Ernst Mach

Analyse der Empfindungen

Vierte Auflage



Jena,
Gustav Fischer
1903.

Die

Analyse der Empfindungen

und das

Verhältniss des Physischen zum Psychischen

von

Dr. E. Mach,

em. Professor an der Universität Wien.

Mit 36 Abbildungen.

Vierte vermehrte Auflage.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

1903.

HERRN KARL PEARSON MA. FRS.

Professor der angewandten Mathematik und Mechanik am University College
in London

als Zeichen der Sympathie und Hochachtung

gewidmet vom Verfasser.

Vorwort zur vierten Auflage.

Die Ansicht, welche sich allmählig Bahn bricht, dass die Wissenschaft sich auf die übersichtliche Darstellung des Thatsächlichen zu beschränken habe, führt folgerichtig zur Ausscheidung aller müssigen, durch die Erfahrung nicht controlirbaren Annahmen, vor allem der metaphysischen (im Kant'schen Sinne). Hält man diesen Gesichtspunkt in dem weitesten, das Physische und Psychische umfassenden Gebiete fest, so ergibt sich als erster und nächster Schritt die Auffassung der „Empfindungen" als gemeinsame „Elemente" aller möglichen physischen und psychischen Erlebnisse, die lediglich in der verschiedenen Art der Verbindung dieser Elemente, in deren Abhängigkeit von einander bestehn. Eine Reihe von störenden Scheinproblemen fällt hiemit weg. Kein System der Philosophie, keine umfassende Weltansicht soll hier geboten werden. Nur die Folgen dieses einen Schrittes, dem beliebige andere sich anschliessen mögen, werden hier erwogen. Nicht eine Lösung aller Fragen, sondern eine erkenntnisstheoretische Wendung wird hier versucht, welche das Zusammenwirken weit von einander abliegender Specialforschungen bei Lösung wichtiger Einzelprobleme vorbereiten soll.

Unter diesem Gesichtspunkt sind auch die hier mitgetheilten Einzeluntersuchungen zu betrachten. Gibt es keine Wesensverschiedenheit des Physischen und Psychischen, so wird man denselben exacten Zusammenhang, den man in allem Physischen

sucht, auch in den Beziehungen des Physischen und Psychischen vermuthen. Man erwartet dann zu allen Einzelheiten, welche die physiologische Analyse an den Empfindungen zu entdecken vermag, ebenso viele entsprechende Einzelheiten des physischen Nervenprocesses aufzufinden. Diese Beziehung habe ich darzulegen versucht, so weit es mir gelingen wollte.

Weitgehendes Lob und ebensolchen Tadel habe ich zu hören bekommen. Beide wünsche ich durch das oben Gesagte zu einem ruhigen Urtheil zu ermässigen. Als es mir vor ungefähr $3\,^1/_2$ Decennien gelang, den hier eingenommenen Standpunkt durch Ueberwindung meiner eigenen Vorurtheile zu befestigen und mich von der grössten intellectuellen Unbehaglichkeit meines Lebens zu befreien, gewährte mir dies einige Befriedigung. Ich kannte damals nur Kant und Herbart. Heute sehe ich nun, dass eine ganze Anzahl Philosophen, Positivisten, Empiriokritiker, Vertreter der immanenten Philosophie, und auch sehr vereinzelte Naturforscher, ohne von einander zu wissen, Wege eingeschlagen haben, welche bei aller individuellen Verschiedenheit fast in einem Punkte convergiren. Wenn ich unter solchen Umständen den Werth meiner Einzelarbeit nur gering anschlagen kann, so darf ich dafür annehmen, dass ich nicht bloss ein subjectives Phantom verfolgt, sondern zur Erreichung eines allgemeiner angestrebten Zieles beigetragen habe. Prioritätsansprüche zu erheben in Bezug auf Gedanken, deren leitende Fäden bis in die antike Zeit zurückreichen, hätte natürlich keinen guten Sinn.

Die Herren Dr. Josef Pollak und Dr. Wolfgang Pauli, Docenten an der medicinischen Facultät, hatten die besondere Freundlichkeit eine Correctur zu lesen, wofür ich hier den beiden Herren herzlichst danke.

Wien, im November 1902.

E. Mach.

Vorwort zur ersten Auflage.

Durch die tiefe Ueberzeugung, dass die Gesammtwissenschaft überhaupt, und die Physik insbesondere, die nächsten grossen Aufklärungen über ihre Grundlagen von der Biologie und zwar von der Analyse der Sinnesempfindungen zu erwarten hat, bin ich wiederholt auf dieses Gebiet geführt worden.

Freilich habe ich nur wenig zur Erreichung dieses Zieles beitragen können. Schon dadurch, dass ich meine Untersuchungen nur gelegentlich, nicht als eigentlichen Beruf, betreiben, und oft nur nach langen Unterbrechungen wieder aufnehmen konnte, mussten meine zerstreuten Publicationen an Gewicht verlieren, vielleicht mir sogar den stillen Vorwurf der Zersplitterung eintragen. Um so mehr bin ich jenen Forschern, welche wie E. Hering, V. Hensen, W. Preyer u. A., theils auf den sachlichen Inhalt, theils auf die methodologischen Ausführungen meiner Arbeiten Rücksicht genommen haben, zu besonderem Dank verpflichtet.

Vielleicht erscheint nun die vorliegende zusammenfassende und ergänzende Darstellung in einem etwas günstigern Licht, indem sie deutlich macht, dass es überall dasselbe Problem war, welches mir aus den vielen einzelnen untersuchten Thatsachen entgegengeblickt hat. Obwohl ich durchaus nicht auf den Namen eines Physiologen, noch weniger auf jenen eines Philosophen Anspruch machen kann, hoffe ich doch, dass die lediglich mit dem lebhaften Wunsche nach Selbstbelehrung unternommene Arbeit eines über die conventionellen Fachgrenzen ausblickenden Physikers auch für Andere nicht ganz ohne Nutzen sein wird, selbst wenn ich nicht überall das Richtige getroffen haben sollte.

Die stärkste Anregung erhielt vor 25 Jahren meine natürliche Neigung für die hier behandelten Fragen durch Fechner's „Elemente der Psychophysik“ (Leipzig 1860), und am meisten

gefördert wurde ich durch Hering's Lösung zweier in den folgenden Blättern (S. 56 und S. 130) näher bezeichneter Probleme.

Lesern, welche aus irgend welchen Gründen allgemeineren Erörterungen gern aus dem Wege gehen, empfehle ich, das erste und letzte Kapitel zu überschagen. Für mich hängt allerdings die Ansicht des Ganzen und die Ansicht des Einzelnen so zusammen, dass ich beide nur schwer zu trennen vermöchte.

Prag, im November 1885.

D. V.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Diese Schrift, welche bestimmt war als Aperçu zu wirken, und welche als solches wohl auch gewirkt hat, wie ich aus den gelegentlichen Aeusserungen von Avenarius, H. Cornelius, James, Külpe, Loeb, Pearson, Petzoldt, Willy u. A. zu entnehmen glaube, erscheint nun nach 14 Jahren in neuer Auflage. Es ist dies ein etwas gewagtes Unternehmen. Denn es verträgt sich nicht mit dem Charakter der Schrift, dieselbe durch Einfügung vieler experimenteller Einzeluntersuchungen und ausführliche Berücksichtigung der seither erschienenen Litteratur zu einem dicken Buche anschwellen zu lassen. Ich möchte jedoch diese letzte Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne über den mir wichtigen Gegenstand noch einmal das Wort zu ergreifen. Deshalb habe ich die nothwendigsten Ergänzungen und Erläuterungen, meist in Form kurzer eingeschalteter Capitel, eingefügt. Das eine derselben, das zweite, habe ich schon in die 1897 erschienene englische Ausgabe des Buches aufgenommen.

Meinen erkenntnisskritisch-physikalischen und den vorliegenden sinnesphysiologischen Versuchen liegt dieselbe Ansicht zu Grunde, dass alles Metaphysische als müssig und die Oeko-

nomie der Wissenschaft störend zu eliminiren sei. Wenn ich nun hier auf abweichende Ansichten nicht ausführlich kritisch und polemisch eingehe, so geschieht dies wahrlich nicht aus Missachtung derselben, sondern in der Ueberzeugung, dass derartige Fragen nicht durch Discussionen und dialectische Gefechte ausgetragen werden. Fördernd ist hier nur, wenn man einen halben Gedanken, oder einen solchen von paradoxem Gehalt, jahrelang geduldig mit sich herum trägt und sich redlich bemüht, denselben zu ergänzen, beziehungsweise das Paradoxe abzustreifen. Leser, welche nach Ueberfliegen der ersten Seiten das Buch weglegen, weil sie nach ihrer Ueberzeugung nicht weiter zu folgen vermögen, werden sich eben nicht anders verhalten, als ich selbst es nothgedrungen mitunter thun musste.

Diese Schrift hat in ihrer älteren Form vielfache freundliche Aufnahme, aber auch starken Widerspruch gefunden. Für Leser, welche auf den Inhalt näher eingehen wollen, möchte es von Belang sein zu wissen, dass Willy in seiner eben erschienenen Schrift „Die Krisis in der Psychologie“ (Leipzig 1899), die einen dem meinigen nahe verwandten Standpunkt einnimmt, in Bezug auf viele Einzelheiten meinen Ansichten entgegentritt.

Wien, im April 1900.

D. V.

Vorwort zur dritten Auflage.

Gegen alle Erwartung war die zweite Auflage in einigen Monaten vergriffen. Ich habe nicht versäumt hinzuzufügen, was zur Verdeutlichung meiner Ansichten beitragen kann, ohne übrigens den Grundtext von 1886 im Wesentlichen zu ändern. Nur zwei Stellen, Absatz 7, S. 11 und Absatz 11, S. 15 der zweiten Auflage erhielten eine schärfere Fassung. Es hat näm-

lich Herr Dr. A. Lampa, Privatdocent der Physik an hiesiger Universität, im Gespräche mit verschiedenen Lesern die Erfahrung gemacht, dass diese Stellen oft in einseitig idealistischem Sinne verstanden wurden, was keineswegs in meiner Intention lag. Ich bin Herrn Dr. Lampa für seine freundlichen Mittheilungen zu aufrichtigem Dank verpflichtet. Die Kapitel IX und XV, welche in der zweiten Auflage Angedeutetes weiter ausführen, sind neu hinzugekommen.

Wenn nicht alle Anzeigen trügen, so stehe ich mit meinen Ansichten doch bei weitem nicht mehr so isoliert da, als es noch vor wenigen Jahren der Fall war. Neben der Schule von Avenarius finden sich doch auch jüngere Forscher, wie H. Gomperz, welche sich auf ihren eigenen Wegen annähern. Die übrig bleibenden Differenzen scheinen mir nicht unausgleichbar. Doch wäre es verfrüht, über dieselben jetzt schon zu discutiren. „But the question is one in which it is peculiarly difficult to make out precisely what another man means, and even what one means one's self". So spricht mit köstlichem Humor der Mathematiker W. K. Clifford (On the nature of things-in-themselves, Lectures, II, p. 88), ein Mann, dessen Forschungsrichtung der meinigen recht nahe liegt.

Wien, im November 1901.

D. V.

Inhalt.



I. Antimetaphysische Vorbemerkungen.

1.

Die grossen Erfolge, welche die physikalische Forschung in den verflossenen Jahrhunderten nicht nur auf eigenem Gebiet, sondern auch durch Hilfeleistung in dem Bereiche anderer Wissenschaften errungen hat, bringen es mit sich, dass physikalische Anschauungen und Methoden überall in den Vordergrund treten, und dass an die Anwendung derselben die höchsten Erwartungen geknüpft werden. Dem entsprechend hat auch die Physiologie der Sinne, die von Männern wie Goethe, Schopenhauer u. A., mit grösstem Erfolge aber von Johannes Müller eingeschlagene Methode, die Empfindungen an sich zu untersuchen, allmälig verlassend, fast ausschliesslich einen physikalischen Charakter angenommen. Diese Wendung muss uns als eine nicht ganz zweckentsprechende erscheinen, wenn wir bedenken, dass die Physik trotz ihrer bedeutenden Entwicklung doch nur ein Theil eines grösseren Gesammtwissens ist, und mit ihren für einseitige Zwecke geschaffenen einseitigen intellectuellen Mitteln diesen Stoff nicht zu erschöpfen vermag. Ohne auf die Unterstützung der Physik zu verzichten, kann die Physiologie der Sinne nicht nur ihre eigenthümliche Entwicklung fortsetzen, sondern auch der Physik selbst noch kräftige Hilfe leisten. Folgende einfache Betrachtung mag dazu dienen, dies Verhältniss klar zu legen.

2.

Farben, Töne, Wärmen, Drücke, Räume, Zeiten u. s. w. sind in mannigfaltiger Weise miteinander verknüpft, und an dieselben

sind Stimmungen, Gefühle und Willen gebunden. Aus diesem Gewebe tritt das relativ Festere und Beständigere hervor, es prägt sich dem Gedächtnisse ein, und drückt sich in der Sprache aus. Als relativ beständiger zeigen sich zunächst räumlich und zeitlich verknüpfte Complexe von Farben, Tönen, Drücken u. s. w., die deshalb besondere Namen erhalten, und als Körper bezeichnet werden. Absolut beständig sind solche Complexe keineswegs.

Mein Tisch ist bald heller, bald dunkler beleuchtet, kann wärmer und kälter sein. Er kann einen Tintenfleck erhalten. Ein Fuss kann brechen. Er kann reparirt, polirt, Theil für Theil ersetzt werden. Er bleibt für mich doch der Tisch, an dem ich täglich schreibe.

Mein Freund kann einen anderen Rock anziehen. Sein Gesicht kann ernst und heiter werden. Seine Gesichtsfarbe kann durch Beleuchtung oder Affecte sich ändern. Seine Gestalt kann durch Bewegung oder dauernd alterirt werden. Die Summe des Beständigen bleibt aber den allmäligen Veränderungen gegenüber doch immer so gross, dass diese zurücktreten. Es ist derselbe Freund, mit dem ich täglich meinen Spaziergang mache.

Mein Rock kann einen Fleck, ein Loch erhalten. Schon der Ausdruck zeigt, dass es auf eine Summe von Beständigem ankommt, welchem das Neue hinzugefügt, von welchem das Fehlende nachträglich in Abzug gebracht wird.

Die grössere Geläufigkeit, das Uebergewicht des Beständigen gegenüber dem Veränderlichen drängt zu der theils instinctiven, theils willkürlichen und bewussten Oekonomie des Vorstellens und der Bezeichnung, welche sich in dem gewöhnlichen Denken und Sprechen äussert. Was auf einmal vorgestellt wird, erhält eine Bezeichnung, einen Namen.

Als relativ beständig zeigt sich ferner der an einen besonderen Körper (den Leib) gebundene Complex von Erinnerungen, Stimmungen, Gefühlen, welcher als Ich bezeichnet wird. Ich kann mit diesem oder jenem Ding beschäftigt, ruhig und heiter oder aufgebracht und verstimmt sein. Doch bleibt (pathologische Fälle abgerechnet) genug Beständiges übrig, um das Ich als das-

selbe anzuerkennen. Allerdings ist auch das Ich nur von relativer Beständigkeit. Die scheinbare Beständigkeit des Ich besteht vorzüglich nur in der Continuität, in der langsamen Aenderung. Die vielen Gedanken und Pläne von gestern, welche heute fortgesetzt werden, an welche die Umgebung im Wachen fortwährend erinnert (daher das Ich im Traume sehr verschwommen, verdoppelt sein, oder ganz fehlen kann), die kleinen Gewohnheiten, die sich unbewusst und unwillkührlich längere Zeit erhalten, machen den Grundstock des Ich aus. Grössere Verschiedenheiten im Ich verschiedener Menschen, als im Laufe der Jahre in einem Menschen eintreten, kann es kaum geben. Wenn ich mich heute meiner frühen Jugend erinnere, so müsste ich den Knaben (einzelne wenige Punkte abgerechnet) für einen Andern halten, wenn nicht die Kette der Erinnerungen vorläge. Schon manche Schrift, die ich selbst vor 20 Jahren verfasst, macht mir einen höchst fremden Eindruck. Die sehr allmälige Aenderung des Leibes trägt wohl auch zur Beständigkeit des Ich bei, aber viel weniger als man glaubt. Diese Dinge werden noch viel weniger analysirt und beachtet als das intellectuelle und das moralische Ich. Man kennt sich persönlich sehr schlecht[1]). Als ich diese Zeilen schrieb (1886), war mir Ribot's schönes Buch „Les maladies de la personalité", in welcher dieser die Wichtigkeit der Gemeingefühle für die Constitution des Ich hervorhebt, noch nicht bekannt. Ich kann seiner Ansicht nur zustimmen[2]).

Das Ich ist so wenig absolut beständig als die Körper. Was wir am Tode so sehr fürchten, die Vernichtung der Beständigkeit, das tritt im Leben schon in reichlichem Maasse ein. Was uns das

---

1) Als junger Mensch erblickte ich einmal auf der Strasse ein mir höchst unangenehmes widerwärtiges Gesicht im Profil. Ich erschrak nicht wenig, als ich erkannte, dass es mein eigenes sei, welches ich an einer Spiegelniederlage vorbeigehend durch zwei gegen einander geneigte Spiegel wahrgenommen hatte. — Ich stieg einmal nach einer anstrengenden nächtlichen Eisenbahnfahrt sehr ermüdet in einen Omnibus, eben als von der andern Seite auch ein Mann hereinkam. „Was steigt doch da für ein herabgekommener Schulmeister ein", dachte ich. Ich war es selbst, denn mir gegenüber befand sich ein grosser Spiegel. Der Classenhabitus war mir also viel geläufiger, als mein Specialhabitus.

2) Vgl. Hume, Treatise on human nature, Vol. I, P. IV, S. 6.

Werthvollste ist, bleibt in unzähligen Exemplaren erhalten, oder erhält sich bei hervorragender Besonderheit in der Regel von selbst. Im besten Menschen liegen aber individuelle Züge, um die er und andere nicht zu trauern brauchen. Ja zeitweilig kann der Tod, als Befreiung von der Individualität, sogar ein angenehmer Gedanke sein. Das physiologische Sterben wird durch solche Ueberlegungen natürlich nicht erleichtert.

Ist die erste Orientirung durch Bildung der Substanzbegriffe „Körper", „Ich" (Materie, Seele) erfolgt, so drängt der Wille zur genaueren Beachtung der Veränderungen an diesem relativ Beständigen. Das Veränderliche an den Körpern und am Ich ist es eben, was den Willen [1]) bewegt. Erst jetzt treten die Bestandtheile des Complexes als Eigenschaften desselben hervor. Eine Frucht ist süss, sie kann aber auch bitter sein. Auch andere Früchte können süss sein. Die gesuchte rothe Farbe kommt an vielen Körpern vor. Die Nähe mancher Körper ist angenehm, jene anderer unangenehm. So erscheinen nach und nach verschiedene Complexe aus gemeinsamen Bestandtheilen zusammengesetzt. Von den Körpern trennt sich das Sichtbare, Hörbare, Tastbare ab. Das Sichtbare löst sich in Farbe und Gestalt. In der Mannigfaltigkeit der Farben treten wieder einige Bestandtheile in geringerer Zahl hervor, die Grundfarben u. s. w. Die Complexe zerfallen in Elemente [2]), d. h. in letzte Bestandtheile, die wir bisher nicht weiter zerlegen konnten. Die Natur dieser Elemente bleibe dahin gestellt; dieselbe kann durch künftige Untersuchungen weiter aufgeklärt werden. Dass der Naturforscher nicht die directen Beziehungen dieser Elemente, sondern Relationen von Relationen derselben leichter verfolgt, braucht uns hier nicht zu stören.

---

1) Nicht in metaphysischem Sinne zu nehmen.

2) Fasst man diesen Vorgang auch als Abstraction auf, so verlieren doch hiedurch die Elemente, wie wir sehen werden, nichts von ihrer Bedeutung. Vgl. die späteren Ausführungen über den Begriff im vorletzten Capitel.

3.

Die zweckmässige Gewohnheit, das Beständige mit einem Namen zu bezeichnen und ohne jedesmalige Analyse der Bestandtheile in einen Gedanken zusammenzufassen, kann mit dem Bestreben, die Bestandtheile zu sondern, in einen eigenthümlichen Widerstreit gerathen. Das dunkle Bild des Beständigen, welches sich nicht merklich ändert, wenn ein oder der andere Bestandtheil ausfällt, scheint etwas für sich zu sein. Weil man jeden Bestandteil einzeln wegnehmen kann, ohne dass dies Bild aufhört, die Gesammtheit zu repräsentiren und wieder erkannt zu werden, meint man, man könnte alle wegnehmen und es bliebe noch etwas übrig. So entsteht in natürlicher Weise der anfangs imponirende, später aber als ungeheuerlich erkannte philosophische Gedanke eines (von seiner „Erscheinung" verschiedenen unerkennbaren) Dinges an sich [1]).

Das Ding, der Körper, die Materie ist nichts ausser dem Zusammenhang der Elemente, der Farben, Töne u. s. w., ausser den sogenannten Merkmalen. Das vielgestaltige vermeintliche philosophische Problem von dem einen Ding mit seinen vielen Merkmalen entsteht durch das Verkennen des Umstandes, dass übersichtliches Zusammenfassen und sorgfältiges Trennen, obwohl beide temporär berechtigt und zu verschiedenen Zwecken erspriesslich, nicht auf einmal geübt werden können. Der Körper ist einer und unveränderlich, so lange wir nicht nöthig haben, auf Einzelheiten zu achten. So ist auch die Erde oder ein Billardballen eine Kugel, sobald wir von allen Abweichungen von der Kugelgestalt absehen wollen, und grössere Genauigkeit unnöthig ist. Werden wir aber dazu gedrängt, Orographie oder Mikroskopie zu treiben, so hören beide Körper auf, Kugeln zu sein.

4.

Der Mensch hat vorzugsweise die Fähigkeit, sich seinen Standpunkt willkürlich und bewusst zu bestimmen. Er kann jetzt

---

1) Vgl. F. D. Schmidt, Das Aergerniss der Philosophie. Eine Kantstudie. Berlin 1897.

von den imposantesten Einzelheiten absehen, und sofort wieder die geringste Kleinigkeit beachten, jetzt die stationäre Strömung ohne Rücksicht auf den Inhalt (ob Wärme, Electricität oder Flüssigkeit) betrachten, und dann die Breite einer Fraunhoferschen Linie im Spectrum schätzen; er kann nach Gutdünken zu den allgemeinsten Abstraktionen sich erheben, oder ins Einzelnste sich vertiefen. Das Thier besitzt diese Fähigkeit in viel geringerem Grade. Es stellt sich nicht auf einen Standpunkt, es wird meist durch die Eindrücke auf denselben gestellt. Der Säugling, welcher den Vater mit dem Hut nicht erkennt, der Hund, der durch den neuen Rock des Herrn irre wird, unterliegen im Widerstreit der Standpunkte. Wer wäre nie in einem ähnlichen Falle unterlegen? Auch der philosophirende Mensch kann gelegentlich unterliegen, wie das angeführte wunderliche Problem lehrt. Besondere Umstände scheinen noch für die Berechtigung des erwähnten Problems zu sprechen. Farben, Töne, Düfte der Körper sind flüchtig. Es bleibt als beharrlicher, nicht leicht verschwindender Kern das Tastbare zurück, welches als Träger der daran gebundenen flüchtigeren Eigenschaften erscheint. Die Gewohnheit hält nun den Gedanken an einen solchen Kern fest, auch wenn sich schon die Erkenntniss Bahn gebrochen hat, dass Sehen, Hören, Riechen und Tasten durchaus verwandt sind. Hiezu kommt noch, dass dem Räumlichen und Zeitlichen in Folge der eigenthümlichen grossen Entwicklung der mechanischen Physik eine Art höherer Realität gegenüber den Farben, Tönen, Düften zugeschrieben wird. Dem entsprechend erscheint das zeitliche und räumliche Band von Farben, Tönen, Düften realer als diese selbst. Die Physiologie der Sinne legt aber klar, dass Räume und Zeiten ebenso gut Empfindungen genannt werden können, als Farben und Töne. Hievon später.

5.

Auch das Ich, sowie das Verhältniss der Körper zum Ich, gibt Anlass zum Auftreten analoger Scheinprobleme, deren Kern

im Folgenden kurz angegeben werden soll. Die zuvor statuirten Elemente wollen wir durch die Buchstaben A B C .... K L M ... α β γ ... andeuten. Die Complexe von Farben, Tönen u. s. w., welche man gewöhnlich Körper nennt, bezeichnen wir der Deutlichkeit wegen mit A B C ...., den Complex, der unser Leib heisst, und der ein durch Besonderheiten ausgezeichneter Theil der ersteren ist, nennen wir K L M ...., den Complex von Willen, Erinnerungsbildern u. s. w. stellen wir durch α, β, γ .... dar. Gewöhnlich wird nun der Complex α β γ ... K L M ... als Ich dem Complex A B C ... als Körperwelt gegenübergestellt; zuweilen wird auch α β γ .... als Ich, K L M .... A B C .... als Körperwelt zusammengefasst. Zunächst erscheint A B C .... als unabhängig vom Ich und diesem selbstständig gegenüber stehend. Diese Unabhängigkeit ist nur relativ, und hält vor gesteigerter Aufmerksamkeit nicht Stand. In dem Complex α β γ ... kann sich allerdings manches ändern, ohne dass an A B C .... viel bemerklich wird, ebenso umgekehrt. Viele Aenderungen in α β γ ... gehen aber durch Aenderungen in K L M ... nach A B C .... über und umgekehrt. (Wenn z. B. lebhafte Vorstellungen in Handlungen ausbrechen, oder die Umgebung in unserm Leib merkliche Aenderungen veranlasst.) Hierbei scheint K L M .... mit α β γ .... und auch mit A B C .... stärker zusammenzuhängen, als diese untereinander. Diese Verhältnisse finden eben in dem gewöhnlichen Denken und Sprechen ihren Ausdruck.

Genau genommen, zeigt sich aber, dass A B C .... immer durch K L M .... mitbestimmt ist. Ein Würfel wird, wenn er nahe, gross, wenn er fern, klein, mit dem rechten Auge anders als mit dem linken, gelegentlich doppelt, bei geschlossenen Augen gar nicht gesehen. Die Eigenschaften eines und desselben Körpers erscheinen also durch den Leib modificirt, sie erscheinen durch denselben bedingt. Wo ist denn aber derselbe Körper, der so verschieden erscheint? Alles, was man sagen kann, ist, dass

verschiedene A B C . . . . an verschiedene K L M gebunden sind [1]).

Man pflegt in der populären Denk- und Redeweise der Wirklichkeit den Schein gegenüber zu stellen. Einen Bleistift, den wir in der Luft vor uns halten, sehen wir gerade; tauchen wir denselben schief ins Wasser, so sehen wir ihn geknickt. Man sagt nun in letzterem Falle: Der Bleistift scheint geknickt, ist aber in Wirklichkeit gerade. Was berechtigt uns aber, eine Thatsache der andern gegenüber für Wirklichkeit zu erklären und die andere zum Schein herabzudrücken? In beiden Fällen liegen doch Thatsachen vor, welche eben verschieden bedingte, verschiedenartige Zusammenhänge der Elemente darstellen. Der eingetauchte Bleistift ist eben wegen seiner Umgebung optisch geknickt, haptisch und metrisch aber gerade. Das Bild im Hohl- oder Planspiegel ist nur sichtbar, während unter andern (gewöhnlichen) Umständen dem sichtbaren Bild auch ein tastbarer Körper entspricht. Eine helle Fläche ist neben einer dunklen heller als neben einer noch helleren. Unsere Erwartung wird allerdings getäuscht, wenn wir verschiedene Fälle des Zusammenhanges, auf die Bedingungen nicht genau achtend, mit einander verwechseln, den natürlichen Fehler begehen, in ungewöhnlichen Fällen dennoch das Gewöhnliche zu erwarten. Die Thatsachen sind daran unschuldig. Es hat nur einen praktischen, aber keinen wissenschaftlichen Sinn, in diesen Fällen von Schein zu sprechen.

---

1) Ich habe diesem Gedanken vor langer Zeit (Vierteljahrsschrift für Psychiatrie, Leipzig und Neuwied 1868 „Ueber die Abhängigkeit der Netzhautstellen von einander") in folgender Weise Ausdruck gegeben: „Der Ausdruck „Sinnestäuschung" beweist, dass man sich noch nicht recht zum Bewusstsein gebracht, oder wenigstens noch nicht nöthig gefunden hat, dies Bewusstsein auch in der Terminologie zu bekunden, dass die Sinne weder falsch noch richtig zeigen. Das einzig Richtige, was man von den Sinnesorganen sagen kann, ist, dass sie unter verschiedenen Umständen verschiedene Empfindungen und Wahrnehmungen auslösen. Weil diese „Umstände" so äusserst mannigfaltiger Art, theils äussere (in den Objecten gelegene), theils innere (in den Sinnesorganen sitzende), theils innerste (in den Centralorganen thätige) sind, kann es allerdings den Anschein haben, wenn man nur auf die äussern Umstände Acht hat, dass das Organ ungleich unter gleichen Umständen wirkt. Die ungewöhnlichen Wirkungen pflegt man nun Täuschungen zu nennen."

Ebenso hat die oft gestellte Frage, ob die Welt wirklich ist, oder ob wir sie bloss träumen, gar keinen wissenschaftlichen Sinn. Auch der wüsteste Traum ist eine Thatsache, so gut als jede andere. Wären unsere Träume regelmässiger, zusammenhängender, stabiler, so wären sie für uns auch praktisch wichtiger. Beim Erwachen bereichern sich die Beziehungen der Elemente gegenüber jenen des Traumes. Wir erkennen den Traum als solchen. Bei dem umgekehrten Process verengert sich das psychische Gesichtsfeld; es fehlt der Gegensatz meist vollständig. Wo kein Gegensatz besteht, ist die Unterscheidung von Traum und Wachen, Schein und Wirklichkeit ganz müssig und werthlos.

Der populäre Gedanke eines Gegensatzes von Schein und Wirklichkeit hat auf das wissenschaftlich-philosophische Denken sehr anregend gewirkt. Dies zeigt sich z. B. in Platon's geistreicher und poetischer Fiction der Höhle, in der wir, mit dem Rücken gegen das Feuer gekehrt, blos die Schatten der Vorgänge beobachten (Staat, VII, 1). Indem aber dieser Gedanke nicht ganz zu Ende gedacht wurde, hat derselbe auf unsere Weltanschauung einen ungebührlichen Einfluss genommen. Die Welt, von der wir doch ein Stück sind, kam uns ganz abhanden, und wurde uns in unabsehbare Ferne gerückt. So glaubt auch mancher Jüngling, der zum erstenmal von der astronomischen Strahlenbrechung hört, die ganze Astronomie sei nun in Frage gestellt, während doch durch eine leicht zu ermittelnde unbedeutende Correctur alles wieder berichtigt wird.

6.

Wir sehen einen Körper mit einer Spitze S. Wenn wir S berühren, zu unserm Leib in Beziehung bringen, erhalten wir einen Stich. Wir können S sehen, ohne den Stich zu fühlen. Sobald wir aber den Stich fühlen, werden wir S finden. Es ist also die sichtbare Spitze ein bleibender Kern, an den sich der Stich nach Umständen wie etwas Zufälliges anschliesst. Bei der Häufigkeit analoger Vorkommnisse gewöhnt man sich endlich, alle Eigenschaften der Körper als von bleibenden Kernen aus-

gehende, durch Vermittlung des Leibes dem Ich beigebrachte „Wirkungen“, die wir Empfindungen nennen, anzusehen. Hiermit verlieren aber diese Kerne den ganzen sinnlichen Inhalt, werden zu blossen Gedankensymbolen. Es ist dann richtig, dass die Welt nur aus unsern Empfindungen besteht. Wir wissen aber dann eben nur von den Empfindungen, und die Annahme jener Kerne, sowie einer Wechselwirkung derselben, aus welcher erst die Empfindungen hervorgehen würden, erweist sich als gänzlich müssig und überflüssig. Nur dem halben Realismus oder dem halben Kriticismus kann eine solche Ansicht zusagen.

7.

Gewöhnlich wird der Complex $\alpha\ \beta\ \gamma$ . . . K L M . . . als Ich dem Complex A B C . . . . gegenübergestellt. Nur jene Elemente von A B C . . . ., welche $\alpha\ \beta\ \gamma$ . . . . stärker alteriren, wie einen Stich, einen Schmerz, pflegt man bald mit dem Ich zusammenzufassen. Später zeigt sich aber durch Bemerkungen der oben angeführten Art, dass das Recht, A B C . . . . zum Ich zu zählen, nirgends aufhört. Dem entsprechend kann das Ich so erweitert werden, dass es schliesslich die ganze Welt umfasst[1]). Das Ich ist nicht scharf abgegrenzt, die Grenze ist ziemlich unbestimmt und willkürlich verschiebbar. Nur indem man dies verkennt, die Grenze unbewusst enger und zugleich auch weiter zieht, entstehen im Widerstreit der Standpunkte die metaphysischen Schwierigkeiten.

Sobald wir erkannt haben, dass die vermeintlichen Einheiten „Körper“, „Ich“ nur Nothbehelfe zur vorläufigen Orien-

---

1) Wenn ich sage, der Tisch, der Baum u. s. w. sind meine Empfindungen, so liegt darin, der Vorstellung des gemeinen Mannes gegenüber, eine wirkliche Erweiterung des Ich. Aber auch nach der Gefühlsseite ergibt sich eine solche Erweiterung für den Virtuosen, der sein Instrument fast so gut beherrscht als seinen Leib, für den gewandten Redner, in dem alle Augenaxen convergiren, und der die Gedanken seiner Zuhörer leitet, für den kräftigen Politiker, der seine Partei mit Leichtigkeit führt, u. s. w. — In Depressionszuständen hingegen, wie sie nervöse Menschen zeitweilig zu ertragen haben, schrumpft das Ich zusammen. Eine Wand scheint es von der Welt zu trennen.

tirung und für bestimmte praktische Zwecke sind (um die Körper zu ergreifen, um sich vor Schmerz zu wahren u. s. w.), müssen wir sie bei vielen weitergehenden wissenschaftlichen Untersuchungen als unzureichend und unzutreffend aufgeben. Der Gegensatz zwischen Ich und Welt, Empfindung oder Erscheinung und Ding fällt dann weg, und es handelt sich lediglich um den Zusammenhang der Elemente $\alpha\ \beta\ \gamma$ . . . . A B C . . . K L M . . . ., für welchen eben dieser Gegensatz nur ein theilweise zutreffender unvollständiger Ausdruck war. Dieser Zusammenhang ist nichts weiter als die Verknüpfung jener Elemente mit andern gleichartigen Elementen (Zeit und Raum). Die Wissenschaft hat ihn zunächst einfach anzuerkennen, und sich in demselben zu orientiren, anstatt die Existenz desselben sofort erklären zu wollen.

Bei oberflächlicher Betrachtung scheint der Complex $\alpha\ \beta\ \gamma$ . . aus viel flüchtigeren Elementen zu bestehen, als A B C . . . . und K L M . . . , in welchen letzteren die Elemente stabiler und in mehr beständiger Weise (an feste Kerne) geknüpft zu sein scheinen. Obgleich bei weiterem Zusehen die Elemente aller Complexe sich als gleichartig erweisen, so schleicht sich doch auch nach dieser Erkenntniss die ältere Vorstellung eines Gegensatzes von Körper und Geist leicht wieder ein. Der Spiritualist fühlt wohl gelegentlich die Schwierigkeit, seiner vom Geist geschaffenen Körperwelt die nöthige Festigkeit zu geben, dem Materialisten wird es sonderbar zu Muth, wenn er die Körperwelt mit Empfindung beleben soll. Der durch Ueberlegung erworbene monistische Standpunkt wird durch die älteren stärkeren instinctiven Vorstellungen leicht wieder getrübt.

8.

Die bezeichnete Schwierigkeit wird besonders bei folgender Ueberlegung empfunden. In dem Complex A B C . . . , den wir als Körperwelt bezeichnet haben, finden wir als Theil nicht nur unsern Leib K L M . . . . , sondern auch die Leiber anderer

Menschen (oder Thiere) K' L' M' . . . . , K" L" M" . . . . , an welche wir nach der Analogie dem Complex $\alpha\ \beta\ \gamma$ . . . . . ähnliche $\alpha'\ \beta'\ \gamma'$ . . . . , $\alpha''\ \beta''\ \gamma''$ . . . gebunden denken. So lange wir uns mit K' L' M' . . . . beschäftigen, befinden wir uns in einem uns vollständig geläufigen, uns überall sinnlich zugänglichen Gebiet. Sobald wir aber nach den Empfindungen oder Gefühlen fragen, die dem Leib K' L' M' . . . . zugehören, finden wir dieselben in dem sinnlichen Gebiet nicht mehr vor, wir denken sie hinzu. Nicht nur das Gebiet, auf welches wir uns da begeben, ist uns viel weniger geläufig, sondern auch der Uebergang auf dasselbe ist verhältnissmässig unsicher. Wir haben das Gefühl, als sollten wir uns in einen Abgrund stürzen [1]). Wer immer nur diesen Gedankenweg einschlägt, wird das Gefühl der Unsicherheit, das als Quelle von Scheinproblemen sehr ergiebig ist, nie vollständig los werden.

Wir sind aber auf diesen Weg nicht beschränkt. Wir betrachten zunächst den gegenseitigen Zusammenhang der Elemente des Complexes A B C . . . . ohne auf K L M . . . . (unsern Leib) zu achten. Jede physikalische Untersuchung ist von dieser Art. Eine weisse Kugel fällt auf eine Glocke; es klingt. Die Kugel wird gelb vor der Natrium-, roth vor der Lithiumlampe. Hier scheinen die Elemente (A B C . . . .) nur untereinander zusammenzuhängen, von unserm Leib (K L M . . . .) unabhängig

---

1) Als ich in einem Alter von 4—5 Jahren zum erstenmal vom Lande nach Wien kam, und von meinem Vater auf die Bastei (die ehemalige Stadtmauer) geführt wurde, war ich sehr überrascht, im Stadtgraben unten Menschen zu sehen, und konnte nicht begreifen, wie dieselben von meinem Standpunkt aus hatten hinunter gelangen können, denn der Gedanke eines anderen möglichen Weges kam mir gar nicht in den Sinn. Dieselbe Ueberraschung beobachtete ich nochmals an meinem etwa 3-jährigen Knaben bei Gelegenheit eines Spazierganges auf der Prager Stadtmauer. Dieses Gefühls erinnere ich mich jedesmal bei der im Text bezeichneten Ueberlegung, und gern gestehe ich, dass mein zufälliges Erlebniss bei Befestigung meiner vor langer Zeit gefassten Ansicht über diesen Punkt wesentlich mitgewirkt hat. Die Gewohnheit, materiell und psychisch stets dieselben Wege zu gehen, wirkt sehr desorientirend. Ein Kind kann beim Durchbrechen einer Wand im längst bewohnten Hause eine wahre Erweiterung der Weltanschauung erfahren, und eine kleine wissenschaftliche Wendung kann sehr aufklärend wirken.

zu sein. Nehmen wir aber Santonin ein, so wird die Kugel auch gelb. Drücken wir ein Auge seitwärts, so sehen wir zwei Kugeln. Schliessen wir die Augen ganz, so ist gar keine Kugel da. Durchschneiden wir den Gehörnerv, so klingt es nicht. Die Elemente A B C . . . . hängen also nicht nur untereinander, sondern auch mit den Elementen K L M . . . . zusammen. Insofern, und nur insofern, nennen wir A B C . . . . Empfindungen und betrachten A B C als zum Ich gehörig. Wo in dem Folgenden neben oder für die Ausdrücke „Element“, „Elementencomplex“ die Bezeichnungen „Empfindung“, „Empfindungskomplex“ gebraucht werden, muss man sich gegenwärtig halten, dass die Elemente nur in der bezeichneten Verbindung und Beziehung, in der bezeichneten functionalen Abhängigkeit Empfindungen sind. Sie sind in anderer functionaler Beziehung zugleich physikalische Objecte. Die Nebenbezeichnung der Elemente als Empfindungen wird bloss deshalb verwendet, weil den meisten Menschen die gemeinten Elemente eben als Empfindungen (Farben, Töne, Drucke, Räume, Zeiten u. s. w.) viel geläufiger sind, während nach der verbreiteten Auffassung die Massentheilchen als physikalische Elemente gelten, an welchen die Elemente in dem hier gebrauchten Sinne als „Eigenschaften“, „Wirkungen“ haften.

Auf diesem Wege finden wir also nicht die vorher bezeichnete Kluft zwischen Körpern und Empfindungen, zwischen aussen und innen, zwischen der materiellen und geistigen Welt [1]). Alle Elemente A B C . . . K L M . . . . bilden nur eine zusammenhängende Masse, welche, an jedem Element angefasst, ganz in Bewegung geräth, nur dass eine Störung bei K L M . . . . viel weiter und tiefer greift, als bei A B C . . . . Ein Magnet in unserer Umgebung stört die benachbarten Eisenmassen, ein stürzendes Felsstück erschüttert den Boden, das Durchschneiden eines Nerven aber bringt das

1) Vgl. meine „Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen“. Leipzig, Engelmann, 1875, S. 54. Daselbst habe ich meine Ansicht zuerst kurz, aber bestimmt ausgesprochen, in den Worten: „Die Erscheinungen lassen sich in Elemente zerlegen, die wir, insofern sie als mit bestimmten Vorgängen des Körpers (Leibes) verbunden und durch dieselben bedingt angesehen werden können, Empfindungen nennen.“

ganze System von Elementen in Bewegung. Ganz unwillkürlich führt das Verhältniss zu dem Bilde einer zähen Masse, welche an mancher Stelle (dem Ich) fester zusammenhängt. Oft habe ich mich dieses Bildes im Vortrage bedient.

9.

So besteht also die grosse Kluft zwischen physikalischer und psychologischer Forschung nur für die gewohnte stereotype Betrachtungsweise. Eine Farbe ist ein physikalisches Object, sobald wir z. B. auf ihre Abhängigkeit von der beleuchtenden Lichtquelle (andern Farben, Wärmen, Räumen u. s. w.) achten. Achten wir aber auf ihre Abhängigkeit von der Netzhaut (den Elementen K L M . . . .), so ist sie ein psychologisches Object, eine Empfindung. Nicht der Stoff, sondern die Untersuchungsrichtung ist in beiden Gebieten verschieden. (Vgl. auch Capitel II, S. 35, 36.)

Sowohl wenn wir von der Beobachtung fremder Menschen- oder Thierleiber auf deren Empfindungen schliessen, als auch, wenn wir den Einfluss des eigenen Leibes auf unsere Empfindungen untersuchen, müssen wir eine beobachtete Thatsache durch Analogie ergänzen. Diese Ergänzung fällt aber viel sicherer und leichter aus, wenn sie etwa nur den Nervenvorgang betrifft, den man am eignen Leib nicht vollständig beobachten kann, wenn sie also in dem geläufigern physikalischen Gebiet spielt, als wenn sich die Ergänzung auf Psychisches, die Empfindungen, Gedanken anderer Menschen erstreckt. Sonst besteht kein wesentlicher Unterschied.

10.

Die dargelegten Gedanken erhalten eine grössere Festigkeit und Anschaulichkeit, wenn man dieselben nicht bloss in abstracter Form ausspricht, sondern direct die Thatsachen ins Auge fasst, welchen sie entspringen. Liege ich z. B. auf einem Ruhebett, und schliesse das rechte Auge, so bietet sich meinem linken Auge das Bild der folgenden Figur 1. In einem durch den Augen-

brauenbogen, die Nase und den Schnurrbart gebildeten Rahmen erscheint ein Theil meines Körpers, so weit er sichtbar ist, und dessen Umgebung [1]). Mein Leib unterscheidet sich von den andern menschlichen Leibern nebst dem Umstande, dass jede lebhaftere Bewegungsvorstellung sofort in dessen Bewegung aus-

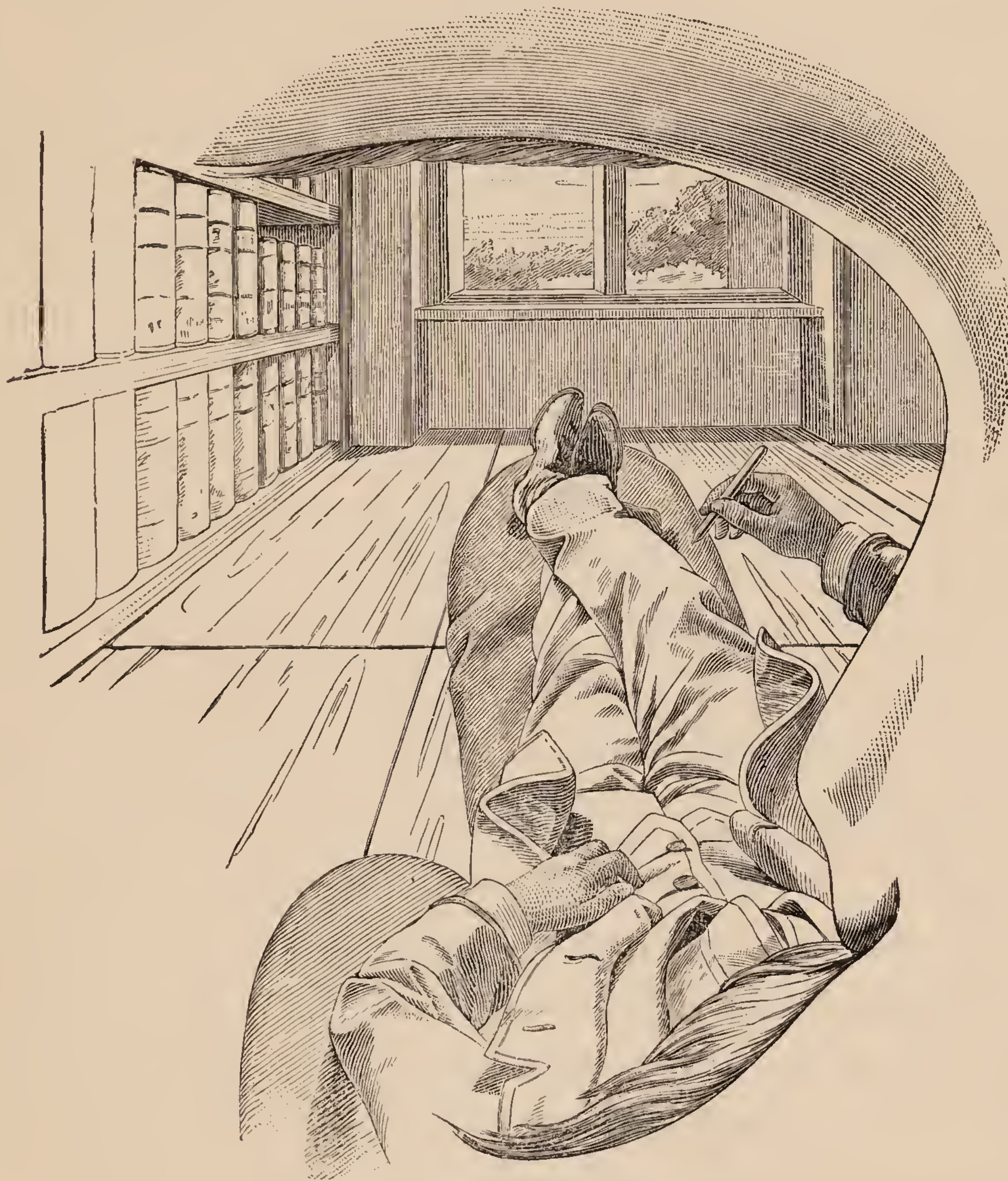


Fig. 1.

bricht, dass dessen Berührung auffallendere Veränderungen bedingt als jene anderer Körper, dadurch dass er nur theilweise und insbesondere ohne Kopf gesehen wird. Beobachte ich ein Element A im Gesichtsfelde, und untersuche dessen Zusammenhang mit einem anderen Element B desselben Feldes, so komme ich aus dem Gebiet der Physik in jenes der Physiologie oder Psychologie,

---

1) Von dem binocularen Gesichtsfeld, dass mit seiner eigenthümlichen Stereoscopie Jedermann geläufig ist, das aber schwieriger zu beschreiben und durch eine ebene Zeichnung nicht darstellbar ist, wollen wir hier absehen.

wenn B, um den treffenden Ausdruck anzuwenden, den ein Freund beim Anblick dieser Zeichnung gelegentlich gebraucht hat[1]), die Haut passirt. Aehnliche Ueberlegungen wie für das Gesichtsfeld lassen sich für das Tastfeld und die Wahrnehmungsfelder der übrigen Sinne anstellen[2]).

11.

Es ist schon auf die Verschiedenheit der Elementengruppen, die wir mit A B C . . . . und α β γ . . . . bezeichnet haben, hingewiesen worden. In der That, wenn wir einen grünen Baum vor uns sehen, oder uns an den grünen Baum erinnern, uns denselben vorstellen, so wissen wir diese beiden Fälle ganz wohl zu unterscheiden. Der vorgestellte Baum hat eine viel weniger bestimmte, viel mehr veränderliche Gestalt, sein Grün ist viel matter und flüchtiger, und er erscheint vor allem deutlich in einem andern Feld. Eine Bewegung, die wir ausführen wollen, ist immer nur eine vorgestellte Bewegung und erscheint in einem andern Feld als die ausgeführte Bewegung, welche übrigens immer erfolgt, wenn die Vorstellung lebhaft genug wird. Die Elemente A oder α erscheinen in einem verschiedenen Feld, heisst nun, wenn man auf den Grund geht, nichts anderes, als dass sie mit verschiedenen andern Elementen verknüpft sind. So weit wären also die Grundbestandtheile in A B C . . . . α β γ dieselben (Farben, Töne, Räume, Zeiten, Bewegungsempfindungen . . . .), und nur die Art ihrer Verbindung verschieden.

---

1) Herr Ingenieur J. Popper in Wien.

2) Zur Entwerfung dieser Zeichnung bin ich vor etwa 30 Jahren durch einen drolligen Zufall veranlasst worden. Ein längst verstorbener Herr v. L., dessen wahrhaft liebenswürdiger Charakter über manche Excentricität hinweg half, nöthigte mich eine Schrift von Chr. Fr. Krause zu lesen. In derselben findet sich folgende Stelle:

„Aufgabe: Die Selbstschauung ‚Ich' auszuführen.
Auflösung: Man führt sie ohne weiteres aus."

Um nun dieses philosophische „Viel Lärm um Nichts" scherzhaft zu illustriren, und zugleich zu zeigen, wie man wirklich die Selbstanschauung „Ich" ausführt, entwarf ich die obige Zeichnung.

Schmerz und Lust pflegt man als von den Sinnesempfindungen verschieden zu betrachten. Allein nicht nur die Tastempfindungen, sondern auch alle übrigen Sinnesempfindungen können allmälig in Schmerz und Lust übergehen. Auch Schmerz und Lust können mit Recht Empfindungen genannt werden. Sie sind nur nicht so gut analysirt und so geläufig als die Sinnesempfindungen, vielleicht auch nicht auf so wenige Organe beschränkt als letztere. Schmerz- und Lustempfindungen, mögen sie noch so schattenhaft auftreten, bilden einen wesentlichen Inhalt aller sogenannten Gefühle. Was uns sonst noch zum Bewusstsein kommt, wenn wir von Gefühlen ergriffen werden, können wir als mehr oder weniger diffuse, nicht scharf localisirte Empfindungen bezeichnen. W. James[1]) und später Th. Ribot[2]) sind der physiologischen Mechanik der Gefühle nachgegangen und sehen das Wesentliche in zweckmässigen, den Umständen entsprechenden, durch die Organisation ausgelösten Actionstendenzen des Leibes. Nur ein Theil derselben tritt ins Bewusstsein. Wir sind traurig, weil wir weinen, und nicht umgekehrt, sagt James. Und Ribot findet mit Recht den niedern Stand unserer Kenntniss der Gefühle dadurch bedingt, dass wir stets nur beachtet haben, was bei diesen physiologischen Processen ins Bewusstsein tritt. Allerdings geht er zu weit, wenn er alles Psychische für dem Physischen bloss „surajouté", und nur das Physische für wirksam hält. Für uns besteht ein solcher Unterschied nicht.

Somit setzen sich die Wahrnehmungen sowie die Vorstellungen, der Wille, die Gefühle, kurz die ganze innere und äussere Welt, aus einer geringen Zahl von gleichartigen Elementen in bald flüchtigerer, bald festerer Verbindung zusammen. Man nennt diese Elemente gewöhnlich Empfindungen. Da aber in diesem Namen schon eine einseitige Theorie liegt, so ziehen wir vor, kurzweg von Elementen zu sprechen, wie wir schon gethan haben. Alle Forschung geht

---

1) W. James, Psychology. New York 1890, II, p. 442.

2) Th. Ribot, La psychologie des sentiments, 1899.

auf die Ermittlung der Verknüpfung dieser Elemente aus[1]). Sollte man mit einer Art dieser Elemente durchaus nicht das Auskommen finden, so werden eben mehrere statuirt werden. Es ist aber nicht zweckmässig, für die hier behandelten Fragen die Annahmen gleich von vornherein zu compliciren.

12.

Dass aus diesem Elementencomplex, welcher im Grunde nur einer ist, die Körper und das Ich sich nicht in bestimmter, für alle Fälle zureichender Weise abgrenzen lassen, wurde schon gesagt. Die Zusammenfassung der mit Schmerz und Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit, dem Ich, hat die höchste Bedeutung für den im Dienste des schmerzmeidenden und lustsuchenden Willens stehenden Intellect. Die Abgrenzung des Ich stellt sich daher instinctiv her, wird geläufig und befestigt sich vielleicht sogar durch Vererbung. Durch ihre hohe praktische Bedeutung nicht nur für das Individuum, sondern für die ganze Art machen sich die Zusammenfassungen „Ich" und „Körper" instinctiv geltend, und treten mit elementarer Gewalt auf. In besonderen Fällen aber, in welchen es sich nicht um praktische Zwecke handelt, sondern die Erkenntniss Selbstzweck wird, kann sich diese Abgrenzung als ungenügend, hinderlich, unhaltbar erweisen[2]).

---

1) Vgl. S. 4, 7, 11, 12, 13 der vorliegenden Schrift, endlich auch die allgemeine Anmerkung am Schluss meiner Schrift: Die Geschichte und die Wurzel des Satzes der Erhaltung der Arbeit. Prag, Calve, 1872.

2) So kann auch das Standesbewusstsein und das Standesvorurtheil, das Gefühl für Nationalität, der bornirteste Localpatriotismus für gewisse Zwecke sehr wichtig sein. Solche Anschauungen werden aber gewiss nicht den weitblickenden Forscher auszeichnen, wenigstens nicht im Momente des Forschens. Alle diese egoistischen Anschauungen reichen nur für praktische Zwecke aus. Natürlich kann der Gewohnheit auch der Forscher unterliegen. Die kleinen gelehrten Lumpereien, das schlaue Benützen und das perfide Verschweigen, die Schlingbeschwerden bei dem unvermeidlichen Worte der Anerkennung und die schiefe Beleuchtung der fremden Leistung bei dieser Gelegenheit zeigen hinlänglich, dass auch der Forscher den Kampf ums Dasein kämpft, dass auch die Wege der Wissenschaft noch zum Munde führen, und dass der reine Erkenntnisstrieb bei unsern heutigen socialen Verhältnissen noch ein Ideal ist.

Nicht das Ich ist das Primäre, sondern die Elemente (Empfindungen). Man berücksichtige das in Bezug auf den Ausdruck „Empfindung“ S. 17 Gesagte. Die Elemente bilden das Ich. Ich empfinde Grün, will sagen, dass das Element Grün in einem gewissen Complex von anderen Elementen (Empfindungen, Erinnerungen) vorkommt. Wenn ich aufhöre Grün zu empfinden, wenn ich sterbe, so kommen die Elemente nicht mehr in der gewohnten geläufigen Gesellschaft vor. Damit ist alles gesagt. Nur eine ideelle denkökonomische, keine reelle Einheit hat aufgehört zu bestehen. Das Ich ist keine unveränderliche, bestimmte, scharf begrenzte Einheit. Nicht auf die Unveränderlichkeit, nicht auf die bestimmte Unterscheidbarkeit von andern und nicht auf die scharfe Begrenzung kommt es an, denn alle diese Momente variiren schon im individuellen Leben von selbst, und deren Veränderung wird vom Individuum sogar angestrebt. Wichtig ist nur die Continuität. Diese Ansicht stimmt mit derjenigen, zu welcher Weismann durch biologische Untersuchungen (Zur Frage der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biolog. Centralblatt, IV. Bd. Nr. 21, 22) gelangt. (Vergl. besonders S. 654 und 655, wo von der Theilung des Individuums in zwei gleiche Hälften die Rede ist.) Die Continuität ist aber nur ein Mittel, den Inhalt des Ich vorzubereiten und zu sichern. Dieser Inhalt und nicht das Ich ist die Hauptsache. Dieser ist aber nicht auf das Individuum beschränkt. Bis auf geringfügige wertlose persönliche Erinnerungen bleibt er auch nach dem Tode des Individuums in andern erhalten. Die Bewusstseinselemente eines Individuums hängen unter einander stark, mit jenen eines andern Individuums aber schwach und nur gelegentlich merklich zusammen. Daher meint jeder nur von sich zu wissen, indem er sich für eine untrennbare von anderen unabhängige Einheit hält. Bewusstseinsinhalte von allgemeiner Bedeutung durchbrechen aber diese Schranken des Individuums und führen, natürlich wieder an Individuen gebunden, unabhängig von der Person, durch die sie sich entwickelt haben, ein allgemeineres unpersönliches, überpersönliches Leben fort. Zu diesem beizu-

tragen, gehört zu dem grössten Glück des Künstlers, Forschers, Erfinders, Socialreformators u. s. w.

Das Ich ist unrettbar. Theils diese Einsicht, theils die Furcht vor derselben führen zu den absonderlichsten pessimistischen und optimistischen, religiösen, asketischen und philosophischen Verkehrtheiten. Der einfachen Wahrheit, welche sich aus der psychologischen Analyse ergibt, wird man sich auf die Dauer nicht verschliessen können. Man wird dann auf das Ich, welches schon während des individuellen Lebens vielfach variirt, ja im Schlaf und bei Versunkenheit in eine Anschauung, in einen Gedanken, gerade in den glücklichsten Augenblicken, theilweise oder ganz fehlen kann, nicht mehr den hohen Wert legen. Man wird dann auf individuelle Unsterblichkeit[1]) gern verzichten, und nicht auf das Nebensächliche mehr Werth legen als auf die Hauptsache. Man wird hierdurch zu einer freieren und verklärten Lebensauffassung gelangen, welche Missachtung des fremden Ich und Ueberschätzung des eigenen ausschliesst. Das ethische Ideal, welches sich auf dieselbe gründet, wird gleich weit entfernt sein von jenem des Asketen, welches für diesen biologisch nicht haltbar ist, und zugleich mit seinem Untergang erlischt, wie auch von jenem des Nietzsche'schen frechen „Uebermenschen", welches die Mitmenschen nicht dulden können, und hoffentlich nicht dulden werden[2]).

Genügt uns die Kenntniss des Zusammenhanges der Elemente (Empfindungen) nicht, und fragen wir, „wer hat diesen Zusammenhang der Empfindungen, wer empfindet"?, so unterliegen wir der alten Gewohnheit, jedes Element (jede Empfindung) einem unanalysirten Complex einzuordnen, wir sinken hiermit unvermerkt auf einen älteren, tieferen und beschränkteren Standpunkt zurück. Man weist wohl oft darauf hin, dass ein psychisches

---

1) Indem wir unsere persönlichen Erinnerungen über den Tod hinaus zu erhalten wünschen, verhalten wir uns ähnlich wie der kluge Eskimo, der die Unsterblichkeit ohne Seehunde und Walrosse dankend ablehnte.

2) So weit auch der Weg ist von der theoretischen Einsicht zum praktischen Verhalten, so kann letzteres der ersteren auf die Dauer doch nicht widerstehen.

Erlebniss, welches nicht das Erlebniss eines bestimmten Subjects wäre, nicht denkbar sei, und meint damit die wesentliche Rolle der Einheit des Bewusstseins dargethan zu haben. Allein, wie verschiedene Grade kann das Ichbewusstsein haben, und aus wie mannigfaltigen zufälligen Erinnerungen setzt es sich zusammen! Man könnte ebensogut sagen, dass ein physikalischer Vorgang, der nicht in irgend einer Umgebung, eigentlich immer in der Welt, stattfindet, nicht denkbar sei. Von dieser Umgebung, welche ja in Bezug auf ihren Einfluss sehr verschieden sein und in Specialfällen auf ein Minimum zusammenschrumpfen kann, zu abstrahiren, muss uns hier wie dort erlaubt sein, um die Untersuchung zu beginnen. Man denke an Empfindungen der niedern Thiere, welchen man kaum ein ausgeprägtes Subject wird zuschreiben wollen. Aus den Empfindungen baut sich das Subject auf, welches dann allerdings wieder auf die Empfindungen reagirt.

Die Gewohnheit, den unanalysirten Ich-Complex als eine untheilbare Einheit zu behandeln, hat sich wissenschaftlich oft in eigenthümlicher Weise geäussert. Aus dem Leibe wird zunächst das Nervensystem als Sitz der Empfindungen ausgesondert. In dem Nervensystem wählt man wieder das Hirn als hiezu geeignet aus, und sucht schliesslich, die vermeintliche psychische Einheit zu retten, im Hirn noch nach einem Punkt als Sitz der Seele. So rohe Anschauungen werden aber schwerlich geeignet sein, auch nur in den gröbsten Zügen die Wege der künftigen Untersuchung über den Zusammenhang des Physischen und Psychischen vorzuzeichnen. Dass die verschiedenen Organe, Theile des Nervensystems, mit einander physisch zusammenhängen und durch einander leicht erregt werden können, ist wahrscheinlich die Grundlage der „psychischen Einheit“. Ich hörte einmal ernstlich die Frage discutiren: „Wieso die Wahrnehmung eines grossen Baumes in dem kleinen Kopfe des Menschen Platz fände“? Besteht auch dieses Problem nicht, so wird doch durch die Frage die Verkehrtheit fühlbar, die man leicht begeht, indem man sich die Empfindungen räumlich in das Hirn hineindenkt. Ist

von den Empfindungen eines andern Menschen die Rede, so haben diese in meinem optischen oder überhaupt physischen Raum natürlich gar nichts zu schaffen; sie sind hinzugedacht, und ich denke sie causal (oder besser functional), aber nicht räumlich an das beobachtete oder vorgestellte Menschenhirn gebunden. Spreche ich von meinen Empfindungen, so sind dieselben nicht räumlich in meinem Kopfe, sondern mein „Kopf" theilt vielmehr mit ihnen dasselbe räumliche Feld, wie es oben dargestellt wurde. (Vergl. das über Fig. 1, S. 14, 15, 16 Gesagte)[1].

Man betone nicht die Einheit des Bewusstseins. Da der scheinbare Gegensatz der wirklichen und der empfundenen Welt nur in der Betrachtungsweise liegt, eine eigentliche Kluft aber nicht existirt, so ist ein mannigfaltiger zusammenhängender Inhalt des Bewusstseins um nichts schwerer

---

1) Schon bei Johannes Müller finden wir einen Ansatz zu ähnlichen Betrachtungen. Sein metaphysischer Hang hindert ihn aber, dieselben consequent zu Ende zu führen. Bei Hering aber stossen wir (Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. III, S. 345) auf folgende charakteristische Stelle: „Der Stoff, aus welchem die Sehdinge bestehen, sind die Gesichtsempfindungen. Die untergehende Sonne ist als Sehding eine flache, kreisförmige Scheibe, welche aus Gelbroth, also aus einer Gesichtsempfindung besteht. Wir können sie daher geradezu als eine kreisförmige, gelbrothe Empfindung bezeichnen. Diese Empfindung haben wir da, wo uns eben die Sonne erscheint." Ich kann wohl nach den Erfahrungen, die ich gelegentlich im Gespräch gemacht habe, sagen, dass die meisten Menschen, welche diesen Fragen nicht durch ernstes Nachdenken näher getreten sind, diese Auffassung einfach haarsträubend finden werden. Natürlich ist das gewöhnliche Confundiren des sinnlichen und begrifflichen Raumes an diesem Entsetzen wesentlich schuld. Geht man, wie ich es gethan habe, von der ökonomischen Aufgabe der Wissenschaft aus, nach welcher nur der Zusammenhang des Beobachtbaren, Gegebenen für uns von Bedeutung ist, alles Hypothetische, Metaphysische, Müssige aber zu eliminiren ist, so gelangt man zu dieser Ansicht. Den gleichen Standpunkt wird man wohl Avenarius zuschreiben müssen, denn wir lesen bei ihm (Der menschliche Weltbegriff, S. 76) die Sätze: „Das Gehirn ist kein Wohnort, Sitz, Erzeuger, kein Instrument oder Organ, kein Träger, oder Substrat u. s. w. des Denkens." „Das Denken ist kein Bewohner oder Befehlshaber, keine andere Hälfte oder Seite u. s. w., aber auch kein Product, ja nicht einmal eine physiologische Function oder nur ein Zustand überhaupt des Gehirns." Ohne für jedes Wort von Avenarius und dessen Interpretation einstehen zu können und zu wollen, scheint mir doch seine Auffassung der meinigen sehr nahe zu liegen. Der Weg, den Avenarius verfolgt, „die Ausschaltung der Introjection", ist nur eine besondere Form der Elimination des Metaphysischen.

zu verstehen, als der mannigfaltige Zusammenhang in der Welt.

Wollte man das Ich als eine reale Einheit ansehen, so käme man nicht aus dem Dilemma heraus, entweder eine Welt von unerkennbaren Wesen demselben gegenüberzustellen (was ganz müssig und ziellos wäre), oder die ganze Welt, die Ich anderer Menschen eingeschlossen, nur als in unserm Ich enthalten anzusehen (wozu man sich ernstlich schwer entschliessen wird).

Fasst man aber ein Ich nur als eine praktische Einheit auf für eine vorläufig orientirende Betrachtung, als eine stärker zusammenhängende Gruppe von Elementen, welche mit andern Gruppen dieser Art schwächer zusammenhängt, so treten Fragen dieser Art gar nicht auf, und die Forschung hat freie Bahn.

In seinen philosophischen Bemerkungen sagt Lichtenberg: „Wir werden uns gewisser Vorstellungen bewusst, die nicht von uns abhängen; andere, glauben wir wenigstens, hingen von uns ab; wo ist die Grenze? Wir kennen nur allein die Existenz unserer Empfindungen, Vorstellungen und Gedanken. Es denkt, sollte man sagen, so wie man sagt: es blitzt. Zu sagen cogito, ist schon zu viel, sobald man es durch Ich denke übersetzt. Das Ich anzunehmen, zu postuliren, ist praktisches Bedürfniss.“ Mag auch der Weg, auf dem Lichtenberg zu diesem Resultate gelangt, von dem unsrigen etwas verschieden sein, dem Resultate selbst müssen wir zustimmen.

13.

Nicht die Körper erzeugen Empfindungen, sondern Elementencomplexe (Empfindungscomplexe) bilden die Körper. Erscheinen dem Physiker die Körper als das Bleibende, Wirkliche, die ‚Elemente‘ hingegen als ihr flüchtiger vorübergehender Schein, so beachtet er nicht, dass alle „Körper“ nur Gedankensymbole für Elementencomplexe (Empfindungscomplexe) sind. Die eigentliche, nächste und letzte Grundlage, welche durch physiologisch-physikalische Untersuchungen noch weiter zu erforschen ist, bilden auch hier die bezeichneten Elemente. Durch

diese Einsicht gestaltet sich in der Physiologie und in der Physik Manches viel durchsichtiger und ökonomischer, und durch dieselbe werden manche vermeintlichen Probleme beseitigt.

Die Welt besteht also für uns nicht aus räthselhaften Wesen, welche durch Wechselwirkung mit einem andern ebenso räthselhaften Wesen, dem Ich, die allein zugänglichen ‚Empfindungen' erzeugen. Die Farben, Töne, Räume, Zeiten . . . sind für uns vorläufig die letzten Elemente (vgl. S. 11, 12, 13), deren gegebenen Zusammenhang wir zu erforschen haben [1]). Darin besteht eben die

---

1) Ich habe es stets als besonderes Glück empfunden, dass mir sehr früh (in einem Alter von 15 Jahren etwa) in der Bibliothek meines Vaters Kant's „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik" in die Hand fielen. Diese Schrift hat damals einen gewaltigen unauslöschlichen Eindruck auf mich gemacht, den ich in gleicher Weise bei späterer philosophischer Lectüre nie mehr gefühlt habe. Etwa 2 oder 3 Jahre später empfand ich plötzlich die müssige Rolle, welche das „Ding an sich" spielt. An einem heitern Sommertage im Freien erschien mir einmal die Welt sammt meinem Ich als eine zusammenhängende Masse von Empfindungen, nur im Ich stärker zusammenhängend. Obgleich die eigentliche Reflexion sich erst später hinzugesellte, so ist doch dieser Moment für meine ganze Anschauung bestimmend geworden. Uebrigens habe ich noch einen langen und harten Kampf gekämpft, bevor ich im Stande war, die gewonnene Ansicht auch in meinem Specialgebiete festzuhalten. Man nimmt mit dem Wertvollen der physikalischen Lehren notwendig eine bedeutende Dosis falscher Metaphysik auf, welche von dem, was beibehalten werden muss, recht schwer losgeht, gerade dann, wenn diese Lehren geläufig geworden. Auch die überkommenen instinctiven Auffassungen traten zeitweilig mit grosser Gewalt hervor und stellten sich hemmend in den Weg. Erst durch abwechselnde Beschäftigung mit Physik und Physiologie der Sinne, sowie durch historisch-physikalische Studien habe ich (etwa seit 1863), nachdem ich den Widerstreit in meinen Vorlesungen über Psychophysik (im Auszug in „Zeitschr. f. prakt. Heilkunde", Wien 1863, S. 364) noch durch eine physikalisch-psychologische Monadologie vergeblich zu lösen versucht hatte, in meinen Ansichten eine grössere Festigkeit erlangt. Ich mache keinen Anspruch auf den Namen eines Philosophen. Ich wünsche nur in der Physik einen Standpunkt einzunehmen, den man nicht sofort verlassen muss, wenn man in das Gebiet einer andern Wissenschaft hinüberblickt, da schliesslich doch alle ein Ganzes bilden sollen. Die heutige Molekularphysik entspricht dieser Forderung entschieden nicht. Was ich sage, habe ich vielleicht nicht zuerst gesagt. Ich will meine Darlegung auch nicht als eine besondere Leistung hinstellen. Vielmehr glaube ich, dass jeder ungefähr denselben Weg einschlagen wird, der in besonnener Weise auf einem nicht zu beschränkten Wissensgebiet Umschau hält. Meinem Standpunkt nahe liegt jener von Avenarius, den ich 1883 kennen gelernt habe (Philosophie als Denken der Welt nach dem Princip des kleinsten Kraftmaasses, 1876). Auch Hering in seiner Rede „Ueber das Gedächtniss" (Almanach der Wiener Akademie, 1870, S. 258) und J. Popper in dem schönen Buche „Das Recht zu leben und die Pflicht zu sterben", Leipzig 1878, S. 62, bewegen sich zum Theil in ähnlichen Gedanken. Vergl. auch meine Rede „Ueber die ökonomische

Ergründung der Wirklichkeit. Bei dieser Forschung können wir uns durch die für besondere praktische temporäre und beschränkte Zwecke gebildeten Zusammenfassungen und Abgrenzungen (Körper, Ich, Materie, Geist . . .) nicht hindern lassen. Vielmehr müssen sich bei der Forschung selbst, wie dies in jeder Specialwissenschaft geschieht, die zweckmässigsten Denkformen erst ergeben. Es muss durchaus an die Stelle der überkommenen instinctiven eine freiere, naivere, der entwickelten Erfahrung sich anpassende, über die Bedürfnisse des praktischen Lebens hinausreichende Auffassung treten.

14.

Die Wissenschaft entsteht immer durch einen Anpassungsprocess der Gedanken an ein bestimmtes Erfahrungsgebiet. Das Resultat des Processes sind die Gedankenelemente, welche das ganze Gebiet darzustellen vermögen. Das Resultat fällt natürlich verschieden aus, je nach der Art und der Grösse des Gebietes. Erweitert sich das Erfahrungsgebiet, oder vereinigen sich mehrere bisher getrennte Gebiete, so reichen die überkommenen geläufigen Gedankenelemente für das weitere Gebiet nicht mehr aus. Im Kampfe der erworbenen Gewohnheit mit dem Streben nach Anpassung entstehen die Probleme, welche mit der vollendeten Anpassung verschwinden, um andern, die einstweilen auftauchten, Platz zu machen.

Dem blossen Physiker erleichtert der Gedanke eines Körpers die Orientirung, ohne störend zu werden. Wer rein praktische Zwecke verfolgt, wird durch den Gedanken des Ich wesentlich unterstützt. Denn ohne Zweifel behält jede Denkform, welche

---

Natur der physikalischen Forschung“ (Almanach der Wiener Akademie, 1882, S. 179 Anmerkung, und Populärwissenschaftliche Vorlesungen, 3. Aufl. 1903, S. 239). Endlich muss ich hier noch auf die Einleitung zu W. Preyer's „Reine Empfindungslehre“ sowie auf Riehl's Freiburger Antrittsrede S. 40 und auf R. Wahle's „Gehirn und Bewusstsein“, 1884, hinweisen. Meine Ansichten hatte ich 1882 und 1883 zuerst ausführlicher dargelegt, nachdem ich dieselben 1872 und 1875 kurz angedeutet hatte. Wahrscheinlich müsste ich noch viel mehr oder weniger Verwandtes anführen, wenn ich eine ausgebreitetere Literaturkenntniss hätte.

unwillkürlich oder willkürlich für einen besonderen *Zweck* gebildet wurde, für eben diesen Zweck einen *bleibenden* Wert. Sobald aber Physik und Psychologie sich berühren, zeigen sich die Gedanken des einen Gebietes als unhaltbar in dem andern. Dem Bestreben der gegenseitigen Anpassung entspringen die mannigfaltigen Atom- und Monadentheorieen, ohne doch ihrem Zweck genügen zu können. Die Probleme erscheinen im Wesentlichen beseitigt, die *erste* und wichtigste Anpassung demnach ausgeführt, wenn wir die *Elemente* (in dem oben S. 10 bezeichneten Sinne) als *Weltelemente* ansehen. Diese Grundanschauung kann (ohne sich als eine Philosophie für die Ewigkeit auszugeben) gegenwärtig allen Erfahrungsgebieten gegenüber festgehalten werden; sie ist also diejenige, welche mit dem geringsten Aufwand, ökonomischer als eine andere, dem *temporären Gesammtwissen* gerecht wird. Diese Grundanschauung tritt auch im Bewusstsein ihrer lediglich ökonomischen Function mit der höchsten Toleranz auf. Sie drängt sich nicht auf in Gebieten, in welchen die gangbaren Anschauungen noch ausreichen. Sie ist auch stets bereit, bei neuerlicher Erweiterung des Erfahrungsgebietes, einer besseren zu weichen.

15.

Die Vorstellungen und Begriffe des gemeinen Mannes von der Welt werden nicht durch die volle, reine Erkenntniss als *Selbstzweck*, sondern durch das Streben nach günstiger Anpassung an die *Lebensbedingungen* gebildet und beherrscht. Darum sind sie weniger genau, bleiben aber dafür auch vor den Monstrositäten bewahrt, welche bei einseitiger eifriger Verfolgung eines wissenschaftlichen (philosophischen) Gesichtspunktes sich leicht ergeben. Dem unbefangenen, psychisch voll entwickelten Menschen erscheinen die Elemente, die wir mit A B C . . bezeichnet haben, *räumlich neben und ausserhalb* der Elemente K L M . . und zwar *unmittelbar*, nicht etwa durch einen psychischen Projections- oder einen logischen Schluss- oder Constructionsprocess, der, wenn er auch existiren würde, sicher nicht ins Be-

wusstsein fiele. Er sieht also eine von seinem Leib K L M . . verschiedene, ausser diesem existirende „Aussenwelt“ A B C . . Indem er zunächst die Abhängigkeit der A B C . . von den, sich immer in ähnlicher Weise wiederholenden, und daher wenig bemerkten K L M . . nicht beachtet, sondern den festen Zusammenhängen der A B C . . unter einander nachgeht, erscheint ihm eine von seinem Ich unabhängige Welt von Dingen. Dieses Ich bildet sich durch die Beachtung der besonderen Eigenschaften des Einzeldinges K L M . ., mit welchen Schmerz, Lust, Fühlen, Wollen u. s. w. aufs engste zusammenhängen. Er bemerkt ferner Dinge K' L' M', K" L" M" . ., die sich ganz analog K L M verhalten, und deren Verhalten im Gegensatz zu demjenigen von A B C . . ihm erst recht vertraut wird, sobald er sich an dieselben ganz analoge Empfindungen, Gefühle u. s. w. gebunden denkt, wie er dieselben an sich selbst beobachtet. Die Analogie, welche ihn hiezu treibt, ist dieselbe, die ihn bestimmt, an einem Draht, an dem er alle Eigenschaften eines elektrisch durchströmten Leiters, mit Ausnahme einer jetzt nicht direct nachweisbaren, beobachtet, auch diese eine als vorhanden anzusehen. Indem er nun die Empfindungen der Mitmenschen und Thiere nicht wahrnimmt, sondern nur nach der Analogie ergänzt, während er aus dem Verhalten der Mitmenschen entnimmt, dass sie sich ihm gegenüber in demselben Falle befinden, sieht er sich veranlasst, den Empfindungen, Erinnerungen u. s. w. eine besondere, von A B C . . . K L M . . . verschiedene Natur zuzuschreiben, die je nach der Culturstufe ungleich aufgefasst wird, was, wie oben gezeigt wurde, unnöthig ist, und auf wissenschaftliche Irrwege führt, wenn dies auch fürs praktische Leben von geringer Bedeutung ist.

Diese, die intellectuelle Situation des naiven Menschen bestimmenden Momente treten je nach Bedürfniss des praktischen Lebens in diesem abwechselnd hervor und bleiben in einem nur wenig schwankenden Gleichgewicht. Die wissenschaftliche Weltbetrachtung betont aber bald das eine, bald das andere Moment stärker, nimmt bald von dem einen, bald von dem andern ihren Ausgangspunkt, und sucht in ihrem Streben nach Verschärfung,

Einheitlichkeit und Consequenz die entbehrlichen Auffassungen, so viel als ihr möglich scheint, zu verdrängen. So entstehen die dualistischen und die monistischen Systeme.

Der naive Mensch kennt die Blindheit, Taubheit, und weiss aus den alltäglichen Erfahrungen, dass das Aussehen der Dinge durch seine Sinne beeinflusst wird; es fällt ihm aber nicht ein, die ganze Welt zu einer Schöpfung seiner Sinne zu machen. Ein idealistisches System oder gar die Monstrosität des Solipsismus wäre ihm praktisch unerträglich.

Die unbefangene wissenschaftliche Betrachtung wird leicht dadurch getrübt, dass eine für einen besonderen engbegrenzten Zweck passende Auffassung von vornherein zur Grundlage aller Untersuchungen gemacht wird. Dies geschieht z. B., wenn alle Erlebnisse als in das Bewusstsein sich erstreckende „Wirkungen" einer Aussenwelt angesehen werden. Ein scheinbar unentwirrbares Knäuel von metaphysischen Schwierigkeiten ist hiemit gegeben. Der Spuk verschwindet jedoch sofort, wenn man die Sache sozusagen in mathematischem Sinne auffasst, und sich klar macht, dass nur die Ermittelung von Functionalbeziehungen für uns Wert hat, dass es lediglich die Abhängigkeiten der Erlebnisse voneinander sind, die wir zu kennen wünschen. Zunächst ist dann klar, dass die Beziehung auf unbekannte, nicht gegebene Urvariable (Dinge an sich) eine rein fictive und müssige ist. Aber auch wenn man diese zwar unökonomische Fiction zunächst bestehen lässt, kann man leicht die verschiedenen Classen der Abhängigkeit unter den Elementen der „Thatsachen des Bewusstseins" unterscheiden, und das ist für uns allein wichtig.

$A\ B\ C\ \ldots\ldots\ K\ L\ M \ldots$	$\alpha\ \beta\ \gamma\ \ldots$
$K'\ L'\ M' \ldots$	$\alpha'\ \beta'\ \gamma'\ \ldots$
$K''\ L''\ M'' \ldots\ldots$	$\alpha''\ \beta''\ \gamma''\ \ldots$

In vorstehendem Schema ist das System der Elemente angedeutet. Innerhalb des einfach umzogenen Raumes liegen die Elemente, welche der Sinnenwelt angehören, und deren gesetz-

mässige Verbindung, deren eigenartige Abhängigkeit von einander, die physikalischen (leblosen) Körper, sowie die Leiber der Menschen, Thiere und Pflanzen darstellt. Wieder in ganz besonderer Abhängigkeit stehen alle diese Elemente von einigen der Elemente K L M, den Nerven unseres Leibes, worin sich die Thatsachen der Sinnesphysiologie aussprechen. Der doppelt umzogene Raum enthält die dem höhern psychischen Leben angehörigen Elemente, die Erinnerungsbilder, Vorstellungen, darunter, auch diejenigen, welche wir uns von dem psychischen Leben der Mitmenschen bilden, die durch Accente unterschieden werden mögen. Die Vorstellungen hängen zwar unter einander wieder in anderer Weise zusammen (Association, Phantasie) als die sinnlichen Elemente A B C . . . K L M, doch lässt sich nicht zweifeln, dass sie mit den letzteren in der intimsten Verwandtschaft stehen, und dass ihr Verhalten in letzter Linie durch A B C . . . K L M, die gesammte physikalische Welt, insbesondere durch unsern Leib, und das Nervensystem bestimmt ist. Die Vorstellungen α' β' γ' . . von dem Bewusstseinsinhalt unserer Mitmenschen spielen für uns die Rolle von Zwischensubstitutionen, durch welche uns das Verhalten der Mitmenschen, die Functionalbeziehung von K' L' M' zu A B C, soweit dasselbe für sich allein (physikalisch) unaufgeklärt bliebe, verständlich wird.

Es ist also für uns wichtig zu erkennen, dass es bei allen Fragen, die hier vernünftiger Weise gestellt werden, und die uns interessiren können, auf die Berücksichtigung verschiedener Grundvariablen und verschiedener Abhängigkeitverhältnisse ankommt. Das ist die Hauptsache. An dem Thatsächlichen, an den Functionalbeziehungen, wird nichts geändert, ob wir alles Gegebene als Bewusstseinsinhalt, oder aber theilweise oder ganz als physikalisch ansehen[1]. Die biologische Aufgabe der Wissenschaft ist, dem vollsinnigen menschlichen Individuum eine möglichst vollständige Orientirung zu bieten. Ein anderes

1) Vgl. die vortrefflichen Ausführungen bei J. Petzoldt, Solipsismus auf praktischem Gebiet (Vierteljahrsschrift f. wissenschaftliche Philosophie XXV, 3, S. 339).

wissenschaftliches Ideal ist nicht realisirbar, und hat auch keinen Sinn.

Der philosophische Standpunkt des gemeinen Mannes, wenn man dessen naivem Realismus diesen Namen zuerkennen will, hat Anspruch auf die höchste Wertschätzung. Derselbe hat sich ohne das absichtliche Zuthun des Menschen in unmessbar langer Zeit ergeben; er ist ein Naturproduct und wird durch die Natur erhalten. Alles, was die Philosophie geleistet hat — die biologische Berechtigung jeder Stufe, ja jeder Verirrung zugestanden — ist dagegen nur ein unbedeutendes ephemeres Kunstproduct. Und wirklich sehen wir jeden Denker, auch jeden Philosophen, sobald er durch praktische Bedrängniss aus seiner einseitigen intellectuellen Beschäftigung vertrieben wird, sofort den allgemeinen Standpunkt einnehmen. Professor X, welcher theoretisch Solipsist zu sein glaubt, ist es praktisch gewiss nicht, sobald er dem Minister für einen erhaltenen Orden dankt, oder seinem Auditorium eine Vorlesung hält. Der geprügelte Pyrrhonist in Molière's „Mariage forcé“ sagt nicht mehr: „il me semble que vous me battez“, sondern nimmt die Schläge als wirklich erhalten an.

Die „Vorbemerkungen“ suchen auch keineswegs den Standpunkt des gemeinen Mannes zu discreditiren. Dieselben stellen sich nur die Aufgabe und zeigen, warum und zu welchem Zweck wir den grössten Theil des Lebens diesen Standpunkt einnehmen, und warum, zu welchem Zweck und in welcher Richtung wir denselben vorübergehend verlassen müssen. Kein Standpunkt hat eine absolute bleibende Geltung; jeder ist nur wichtig iür einen bestimmten Zweck.

II. Ueber vorgefasste Meinungen.

1.

Der Physiker hat oft Gelegenheit zu sehen, wie sehr die Erkenntniss eines Gebietes dadurch gehemmt werden kann, dass anstatt der vorurtheilslosen Untersuchung desselben an sich, die auf einem andern Gebiet gefassten Ansichten auf dasselbe übertragen werden. Weit bedeutender ist die Störung, welche durch solche Uebertragung vorgefasster Meinungen aus dem Gebiet der Physik in jenes der Psychologie entsteht. Erläutern wir dies durch einige Beispiele.

Ein Physiker beobachtet das verkehrte Netzhautbild an einem ausgeschnittenen Auge, und stellt sich die Frage, wie es kommt, dass ein Punkt, der im Raume unten liegt, sich auf der Netzhaut oben abbildet. Diese Frage beantwortet er durch dioptrische Untersuchungen. Wenn nun dieselbe Frage, welche im Gebiete der Physik vollkommen berechtigt ist, in die Psychologie übertragen wird, erzeugt sie nur Unklarheiten. Die Frage, warum wir die verkehrten Netzhautbilder aufrecht sehen, hat als psychologisches Problem keinen Sinn. Die Lichtempfindungen der einzelnen Netzhautstellen sind von Anbeginn mit Raumempfindungen verknüpft, und wir nennen die Orte, welche den unten gelegenen Stellen der Netzhaut entsprechen, „oben". Dem empfindenden Subject kann sich eine solche Frage gar nicht ergeben.

Ebenso verhält es sich mit der bekannten Theorie der Projection nach aussen. Es ist die Aufgabe des Physikers, den leuchtenden Objectpunkt zu dem Bildpunkt auf der Netzhaut in der

Verlängerung des durch den Bildpunkt und den Kreuzungspunkt des Auges gezogenen Strahles zu suchen. Für das empfindende Subject existirt ein solches Problem nicht, da die Lichtempfindungen von Anfang an an bestimmte Raumempfindungen geknüpft sind. Die ganze Theorie des psychologischen Ursprungs der Aussenwelt durch Projection der Empfindungen nach aussen beruht nur auf einer missverständlichen Anwendung physikalischer Gesichtspunkte. Unsere Gesichts- und Tastempfindungen sind an verschiedene Raumempfindungen gebunden, d. h. sie sind nebeneinander und aussereinander, sie befinden sich in einem räumlichen Feld, von welchem unser Leib nur einen Theil erfüllt. Der Tisch, der Baum, das Haus liegt also selbstverständlich ausserhalb meines Leibes. Ein Projectionsproblem liegt also niemals vor, wird weder bewusst noch unbewusst gelöst.

Ein Physiker (Mariotte) findet, dass eine bestimmte Stelle der Netzhaut blind ist. Der Physiker ist gewohnt, jedem Raumpunkt einen Bildpunkt und jedem Bildpunkt eine Empfindung zuzuordnen. So entsteht die Frage: Was sehen wir an den dem blinden Fleck entsprechenden Raumstellen? Wie wird die Lücke ausgefüllt? Wenn die unberechtigte physikalische Fragenform aus der psychologischen Untersuchung ausgeschaltet wird, finden wir, dass ein Problem hier überhaupt nicht besteht. Wir sehen nichts an der blinden Stelle, die Lücke im Bild wird überhaupt nicht ausgefüllt. Die Lücke wird vielmehr gar nicht empfunden, einfach darum, weil ein Fehlen der Lichtempfindung an einer von Haus aus blinden Stelle so wenig bemerkt werden kann, als etwa die blinde Haut des Rückens eine Lücke im Gesichtsfeld bedingen kann.

Ich habe absichtlich einfache und naheliegende Beispiele gewählt, um zu zeigen, welche unnöthige Verwirrung durch die unvorsichtige Uebertragung der in einem Gebiet giltigen Ansicht oder Denkweise auf ein gänzlich anderes entstehen kann.

In dem Werk eines berühmten deutschen Ethnographen las ich den folgenden Satz: „dieser Stamm hat sich durch Menschenfresserei tief entwürdigt“. Daneben lag das Buch eines englischen

Forschers, welches sich mit demselben Gegenstande beschäftigt. Der letztere stellt einfach die Frage auf, warum gewisse Südseeinsulaner Canibalen sind, findet im Verlaufe der Untersuchung, dass auch unsere Vorfahren Canibalen waren, und gelangt auch zum Verständniss der Anschauungen der Indier in dieser Frage. Dieses leuchtete auch einmal meinem 5 Jahre alten Knaben auf, der beim Verspeisen eines Bratens plötzlich erschreckt und betroffen innehielt, und ausrief: „Wir sind für die Thiere Menschenfresser!“ · „Du sollst nicht Menschen fressen“ ist ein sehr lobenswerther Grundsatz. In dem Munde des Ethnographen vernichtet er aber den erhabenen milden Glanz der Unbefangenheit, in dem wir den Forscher so gern erblicken. Noch einen Schritt weiter, und wir sagen auch: „Der Mensch darf nicht vom Affen abstammen“, „die Erde soll sich nicht drehen“, „die Materie soll den Raum nicht continuirlich ausfüllen“, „die Energie muss constant sein“ u. s. w. Ich glaube, dass unser Vorgehen sich nur dem Grade nach und nicht der Art nach von dem eben bezeichneten unterscheidet, wenn wir physikalische Ansichten mit dem Anspruch der absoluten Giltigkeit, ohne vorher deren Verwendbarkeit erprobt zu haben, in das Gebiet der Psychologie übertragen. In solchen Fällen unterliegen wir dem Dogma, wenn auch nicht dem aufgezwungenen, wie unsere scholastischen Vorfahren, so doch dem selbstgemachten. Und welches Forschungsergebniss könnte durch lange Gewohnheit nicht zum Dogma werden? Dieselbe Gewandtheit, welche wir uns für oft wiederkehrende intellectuelle Situationen erworben haben, benimmt uns ja die Frische und Unbefangenheit, deren wir in neuen Situationen so sehr bedürfen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen kann ich die nöthigen erläuternden Ausführungen über meine Stellung zum Dualismus des Physischen und Psychischen vorbringen. Derselbe ist meines Erachtens künstlich und ohne Noth herbeigeführt.

2.

Bei Untersuchung rein physikalischer Processe verwenden wir gewöhnlich so abstracte Begriffe, dass wir in der Regel nur

flüchtig oder gar nicht an die Empfindungen (Elemente) denken, welche diesen Begriffen zu Grunde liegen. Wenn ich z. B. feststelle, dass der elektrische Strom von der Intensität 1 Ampère in der Minute $10^1/_2$ ccm Knallgas von 0^0 C und 760 mm Quecksilberdruck entwickelt, bin ich sehr geneigt, den definirten Objecten eine von meinen Sinnesempfindungen ganz unabhängige Realität zuzuschreiben. Um aber zu dem Definirten zu gelangen, bin ich genöthigt, den Strom, dessen ich mich nur durch Sinnesempfindungen versichern kann, durch einen kreisförmigen Draht von bestimmtem Radius zu leiten, so dass derselbe bei gegebener Intensität des Erdmagnetismus die Magnetnadel um einen bestimmten Winkel aus dem Meridian ablenkt. Die Bestimmung der magnetischen Intensität, der Knallgasmenge u. s. w., ist nicht weniger umständlich. Die ganze Bestimmung gründet sich auf eine fast unabsehbare Reihe von Sinnesempfindungen, insbesondere wenn noch die Justirung der Apparate in Betracht gezogen wird, welche der Bestimmung vorausgehen muss. Nun kann es dem Physiker, der nicht die Psychologie seiner Operationen studirt, leicht begegnen, dass er, um eine bekannte Redeweise umzukehren, die Bäume vor lauter Wald nicht bemerkt, dass er die Empfindungen als Grundlage seiner Begriffe übersieht. Ich halte nun aufrecht, dass ein physikalischer Begriff nur eine bestimmte Art des Zusammenhanges sinnlicher Elemente bedeutet, welche in dem Vorigen mit A B C . . bezeichnet wurden. Diese Elemente — Elemente in dem Sinne, dass eine weitere Auflösung bisher noch nicht gelungen ist — sind die einfachsten Bausteine der physikalischen (und auch der psychologischen) Welt.

Eine physiologische Untersuchung kann einen durchaus physikalischen Charakter haben. Ich kann den Verlauf eines physikalischen Processes durch einen sensiblen Nerv zum Centralorgan verfolgen, von da seine verschiedenen Wege zu den Muskeln aufsuchen, deren Contraction neue physikalische Veränderungen in der Umgebung bedingt. Ich muss hierbei an keine Empfindung des beobachteten Menschen oder Thieres denken. Was ich untersuche, ist ein rein physikalisches Object. Ohne Zweifel fehlt

hier sehr viel zum Verständniss der Einzelheiten, und die Versicherung, dass Alles auf „Bewegung der Moleküle“ beruhe, kann mich über meine Unwissenheit nicht trösten und nicht täuschen.

Lange vor Entwicklung einer wissenschaftlichen Psychologie hat jedoch der Mensch bemerkt, dass das Verhalten eines Thieres unter physikalischen Einflüssen viel besser vorausgesehen, d. h. verstanden wird, indem ihm Empfindungen, Erinnerungen ähnlich den unsrigen zugeschrieben werden. Das, was ich beobachte, meine Empfindungen, habe ich in Gedanken zu ergänzen durch die Empfindungen des Thieres, welche ich nicht im Gebiete meiner Empfindungen antreffe. Dieser Gegensatz erscheint dem Forscher, welcher einen Nervenprocess mit Hilfe farbloser abstracter Begriffe verfolgt, und der z. B. genöthigt ist, diesem Process in Gedanken die Empfindung Grün hinzuzufügen, sehr schroff. Diese letztere erscheint in der That als etwas gänzlich Neues und Fremdartiges, und wir stellen uns die Frage, wie dieses wunderbare Ding aus chemischen Processen, elektrischen Strömen u. dgl. hervorgehen kann.

3.

Die psychologische Analyse belehrt uns darüber, dass diese Verwunderung nicht gerechtfertigt ist, indem der Physiker immer mit Empfindungen operirt. Dieselbe Analyse zeigt auch, dass die Ergänzung von Complexen von Empfindungen in Gedanken nach der Analogie durch augenblicklich nicht beobachtete Elemente, oder solche, welche überhaupt nicht beobachtet werden können, vom Physiker tagtäglich geübt wird. Dies geschieht z. B., wenn er sich den Mond als eine greifbare, schwere, träge Masse vorstellt. Die gänzliche Fremdartigkeit der oben bezeichneten Situation ist also eine Illusion.

Die Illusion verschwindet auch durch eine andere Betrachtung, welche sich auf die eigene sinnliche Sphäre beschränkt. Vor mir liegt das Blatt einer Pflanze. Das Grün (A) des Blattes ist verbunden mit einer gewissen optischen Raumempfindung (B), einer gewissen Tastempfindung (C) und mit der Sichtbarkeit der

Sonne oder der Lampe (D). Wenn das Gelb (E) der Natriumflamme an die Stelle der Sonne tritt, so übergeht das Grün des Blattes in Braun (F). Wenn das Chlorophyll durch Alkohol entfernt wird, eine Operation, die ebenfalls durch sinnliche Elemente darstellbar ist, verwandelt sich das Grün (A) in Weiss (G). Alle diese Beobachtungen sind *physikalische*. Doch das Grün (A) ist auch mit einem Process meiner Netzhaut verknüpft. Nichts hindert mich principiell, diesen Process in meinem Auge in derselben Weise zu untersuchen, wie in den oben erwähnten Fällen, und denselben in Elemente X Y Z . . . aufzulösen. Stehen der Untersuchung am eigenen Auge Schwierigkeiten im Wege, so kann sie am fremden Auge ausgeführt und die Lücke nach der Analogie ausgefüllt werden, genau so, wie bei andern physikalischen Untersuchungen. Nun ist A in seiner Abhängigkeit von B C D E . . . ein *physikalisches* Element, in seiner Abhängigkeit von X Y Z . . . ist es eine *Empfindung*, und kann auch als *psychisches* Element aufgefasst werden. Das *Grün* (A) *an sich* wird aber in seiner Natur nicht geändert, ob wir unsere Aufmerksamkeit auf die *eine* oder auf die *andere* Form der Abhängigkeit richten. *Ich sehe daher keinen Gegensatz von Psychischem und Physischem, sondern einfache Identität in Bezug auf diese Elemente.* In der sinnlichen Sphäre meines Bewusstseins ist jedes Object zugleich physisch und psychisch. (Vgl. S. 14.)

4.

Die Dunkelheit, die man in dieser intellectuellen Situation gefunden hat, entspringt meines Erachtens nur einer *physikalischen* Voreingenommenheit, welche in das psychologische Gebiet übertragen wurde. Der Physiker sagt: Ich finde überall nur Körper und Bewegungen von Körpern, keine Empfindungen; Empfindungen müssen also etwas von den physikalischen Objecten, mit welchen ich verkehre, *Grundverschiedenes* sein. Der Psychologe acceptirt den zweiten Theil der Behauptung. Ihm sind, das ist richtig, zunächst die Empfindungen gegeben;

denselben entspricht aber ein mysteriöses physikalisches Etwas, welches nach der vorgefassten Meinung von Empfindungen gänzlich verschieden sein muss. Was ist aber in Wirklichkeit das Mysteriöse? Ist es die Physis oder ist es die Psyche? oder sind es vielleicht gar beide? Fast scheint es so, da bald die eine, bald die andere, in undurchdringliches Dunkel gehüllt, unerreichbar scheint. Oder werden wir hier vom bösen Geist im Kreis herum geführt?

Ich glaube das letztere. Für mich sind die Elemente A B C... unmittelbar und unzweifelhaft gegeben, und für mich können dieselben nachträglich nicht durch Betrachtungen verflüchtigt werden, welche sich in letzter Linie doch immer auf deren Existenz gründen.

Die Specialuntersuchung der sinnlichen physisch-psychischen Sphäre, welche durch diese allgemeine Orientirung nicht überflüssig wird, hat die Aufgabe, den eigenartigen Zusammenhang der A B C . . . zu ermitteln. Dies kann symbolisch so ausgedrückt werden, dass man der Specialforschung das Ziel setzt, Gleichungen von der Form $F(A, B, C\ldots) = 0$ zu finden.



III. Mein Verhältniss zu R. Avenarius und anderen Forschern.

1.

Auf Berührungspunkte der hier vertretenen Ansichten mit jenen verschiedener Philosophen und philosophisch denkender Naturforscher ist schon früher hingewiesen worden. Sollte ich dieselben vollständig aufzählen, so müsste ich wohl bei Spinoza beginnen. Dass meine Ausgangspunkte von jenen Hume's nicht wesentlich verschieden sind, ist wohl deutlich. Von Comte muss ich mich darin entfernen, dass mir die psychologischen Thatsachen als mindestens eben so wichtige Erkenntnissquellen erscheinen wie die physikalischen. Auch den Vertretern der immanenten Philosophie stehe ich recht nahe. Namentlich von Schuppe, dessen Schriften ich kürzlich kennen gelernt habe, kann ich dies sagen. Besonders dessen gedankendichter, ohne besonderes Wörterbuch lesbarer, Grundriss der Erkenntnisstheorie und Logik hat mich sehr sympathisch berührt. Ich habe in diesem Buche kaum etwas gefunden, dem ich nicht, vielleicht mit einer kleinen Modification, freudig zustimmen würde. Die Auffassung des Ich bildet allerdings einen Differenzpunkt, über den sich aber wohl eine Verständigung erzielen liesse. In Bezug auf R. Avenarius ist die Verwandtschaft eine so nahe, als sie bei zwei Individuen von verschiedenem Entwicklungsgang und verschiedenem Arbeitsfeld, bei voller gegenseitiger Unabhängigkeit überhaupt erwartet werden kann. Die Uebereinstimmung wird etwas verdeckt durch die grosse Verschiedenheit der Form. Avenarius gibt eine sehr

ausführliche, dabei doch allgemein gehaltene schematische Darstellung, deren Durchschauen noch durch eine fremdartige, ungewöhnliche Terminologie erschwert wird. Zu solcher Darstellung hatte ich weder Anlass noch Beruf, weder Neigung noch auch Talent. Ich bin eben Naturforscher und nicht Philosoph. Ich suchte lediglich einen sicheren klaren philosophischen Standpunkt zu gewinnen, von dem aus sowohl in das Gebiet der Psychophysiologie, als auch in jenes der Physik gangbare Wege sich zeigten, auf welchen keine metaphysischen Nebel lagerten. Hiermit hielt ich alles für gewonnen. Meine Darstellung hat, obwohl sie ebenfalls auf langjährigem und in früher Jugend begonnenem Nachdenken beruht, in ihrer Kürze die Form eines Aperçu, und ich werde gar nicht gekränkt sein, wenn man sie als ein solches auffassen will. Ich gebe gern zu, dass ich in meiner Abneigung gegen eine künstliche Terminologie vielleicht in das entgegengesetzte Extrem verfallen bin als Avenarius. Ist dieser oft gar nicht verstanden, jedenfalls spät verstanden worden, so hat man meine Worte oft genug missverstanden. Ein geistreicher Kritiker, welcher findet, dass ich zu manchen Resultaten gelangt bin, zu welchen ich nicht hätte kommen sollen (!) — der sich also die Mühe der Untersuchung wohl ersparen kann, da er die Resultate schon kennt, zu welchen dieselbe führen soll — wirft mir auch vor, dass ich nicht recht zu fassen sei, da ich mich nur der ganz gewöhnlichen Sprache bediene, und demnach das „System", dem ich mich anschliesse, nicht ersichtlich sei. Man hat also vor allem ein System zu wählen; dann darf man innerhalb desselben auch denken und sprechen. So hat man in meine Worte landläufige geläufige Ansichten recht bequem hineingelesen, mich zu einem Idealisten, Berkeleyaner, auch Materialisten u. s. w. gemacht, woran ich unschuldig zu sein glaube.

Jede der beiden extremen Darstellungsweisen hat eben ihre Vor- und Nachtheile. Aber auch auf die gegenseitige Verständigung zwischen Avenarius und mir hat die Formverschiedenheit nachtheiligen Einfluss geübt. Ich erkannte ja die Verwandtschaft der Ansichten sehr bald, und gab meiner Ueberzeugung, dass eine

solche bestehe, 1883 in der „Mechanik“ und 1886 in der ersten Auflage dieses Buches Ausdruck, wobei ich aber nur auf eine kleine Schrift von Avenarius[1]), welche 1876 erschienen, und mir kurz vor Ausgabe der Mechanik durch einen Zufall bekannt geworden war, hinweisen konnte. Die Gleichartigkeit der Tendenz trat für mich erst 1888, 1891 und 1894 durch Avenarius’ Publikationen: „Kritik der reinen Erfahrung“, „Der menschliche Weltbegriff“ und seine psychologischen Artikel in der Vierteljahrsschrift voll hervor. Hier hinderte mich aber bei ersterer Schrift die etwas hypertrophische Terminologie, die Freude der Zustimmung in vollen Zügen zu geniessen. Es ist ja von einem älteren Menschen viel verlangt, dass er zu den vielen Sprachen der Völker auch noch die Sprache eines Einzelnen erlerne. Es blieb also der jüngeren Generation vorbehalten, die Arbeit von Avenarius nutzbar zu machen. Ich freue mich hier auf die Schriften von H. Cornelius, C. Hauptmann und J. Petzoldt hinweisen zu können, welche daran sind, den Kern der Avenarius’schen Arbeiten bloss zu legen und weiter zu entwickeln. Auch Avenarius hat seinerseits die Verwandtschaft anerkannt, und in den 1888 bis 1895 erschienenen Schriften darauf Bezug genommen. Doch scheint sich die Ueberzeugung von einer tiefergehenden Uebereinstimmung auch bei ihm erst allmälig entwickelt zu haben, wie ich nach älteren Aeusserungen gegen dritte Personen annehmen muss. Persönlich habe ich Avenarius nie kennen gelernt.

2.

Ich möchte nun diejenigen Punkte der Uebereinstimmung insbesondere bezeichnen, auf welche ich Werth lege. Die Oekonomie des Denkens, die ökonomische Darstellung des Thatsächlichen habe ich zuerst 1871, 1872 in aller Kürze als die wesentliche Aufgabe der Wissenschaft bezeichnet und 1882, 1883 darauf bezügliche weitere Ausführungen gegeben. Wie ich anderwärts

1) Denken der Welt nach dem Princip des kleinsten Kraftmaasses, 1876.

gezeigt habe, ist diese Auffassung, welche auch den Kirchhoff-schen Gedanken der „vollständigen einfachen Beschreibung“ (1874) implicite enthält und anticipirt, keineswegs ganz neu, sondern lässt sich bis auf Adam Smith und, wie P. Volkmann meint, in den Anfängen bis auf Newton zurück verfolgen. Dieselbe Auffassung finden wir nun, abgesehen von einem gewissen verhüllten Zug in der Darstellung, sehr ausgebildet bei Avenarius wieder (1876).

Die eben bezeichnete Ansicht erhält sofort eine breite Grundlage und wird von neuen Seiten aufgeklärt, wenn man, den Anregungen der Darwin'schen Theorie folgend, das ganze psychische Leben — die Wissenschaft eingeschlossen — als biologische Erscheinung auffasst, die Darwin'schen Vorstellungen vom Kampf ums Dasein, von der Entwicklung und Auslese auf dieselbe anwendet. Diese Ansicht ist untrennbar von der Annahme, dass alles und jedes Psychische physisch fundirt, bestimmt sei. In seiner „Kritik der reinen Erfahrung“ versucht nun Avenarius im Einzelnen alles theoretische und praktische Verhalten als bestimmt durch Aenderungen des Centralnervensystems darzustellen. Hierbei geht er nur von der sehr allgemeinen Voraussetzung aus, dass das Centralorgan nicht nur als Ganzes, sondern auch in seinen Theilen ein Streben hat, sich zu erhalten, eine Tendenz, seinen Gleichgewichtszustand zu bewahren. Diese stimmt sehr gut mit den Vorstellungen, die Hering von dem Verhalten der lebendigen Substanz entwickelt hat. Mit diesen Ansichten steht Avenarius der modernen positiven Forschung, speciell der physiologischen, sehr nahe. Auch in meinen Arbeiten treten entsprechende Aeusserungen zwar kurz, aber bestimmt schon seit 1863 hervor, und 1883 habe ich dieselben breiter dargelegt, ohne jedoch ein vollständiges System zu entwickeln, wie Avenarius.

Den höchsten Werth lege ich aber auf die Uebereinstimmung in der Auffassung des Verhältnisses des Physischen und Psychischen. Diese ist für mich der Kernpunkt. Von dieser Coincidenz mit Avenarius wurde ich eigentlich erst durch dessen psychologische

Artikel überzeugt. Um ganz sicher zu gehen, richtete ich eine darauf bezügliche Frage an Herrn Dr. Rudolf Wlassak, der durch seinen mehrjährigen Verkehr mit Avenarius mit dessen Standpunkt wohl vertraut sein musste. Ich lasse hier seine Antwort folgen:

„Die Auffassung des Verhältnisses des „Physischen" zum „Psychischen" ist bei Avenarius und Mach dieselbe. Beide kommen zu dem Resultat, dass der Unterschied des Physischen und Psychischen nur in der Verschiedenheit der Abhängigkeitsverhältnisse gegeben ist, die einerseits Object der Physik — im weitesten Sinn des Wortes —, andererseits der Psychologie sind. Untersuche ich die Abhängigkeit eines Umgebungsbestandtheils A von einem zweiten Umgebungsbestandtheil B, so treibe ich Physik; untersuche ich, inwiefern A durch eine Aenderung der Sinnesorgane oder des Centralnervensystems eines lebenden Wesens geändert wird, so treibe ich Psychologie. Avenarius hat demgemäss vorgeschlagen, die Termini physisch und psychisch zu eliminiren und nur mehr von physikalischen und psychologischen Abhängigkeiten zu sprechen (Bemerkungen, Vierteljahrsschrift XIX, S. 18). Bei Mach erscheint diese Anschauung, ohne (?) dass die Unhaltbarkeit der alten Auffassung des Psychischen und demgemäss der Aufgabe der Psychologie dargethan wird."

„Diese Aufgabe löst die Aufdeckung der „Introjection," resp. des formal-logischen Fehlers, der der Introjection zu Grunde liegt. Avenarius geht davon aus, dass am Anfang alles Philosophirens der naive Realismus, die „natürliche Weltansicht" steht. Innerhalb dieser natürlichen Weltansicht kann sich eine relative Abgrenzung des Complexes „Ich" und des Complexes „Umgebung," „Körperwelt" vollziehen, ohne dass dies zu dem „Dualismus" von „Körper" und „Seele" zu führen braucht, da vom Standpunkt des naiven Realismus, die dem „Ich", dem eigenen Körper angehörenden Bestandtheile durchaus vergleichbar den Bestandtheilen der Umgebung sind. Selbst wenn die erste Orientirung zur Bildung von Substanzbegriffen fortschreitet (Mach, Analyse, S. 4), so ist damit die völlige Wesensver-

schiedenheit von Körper und Seele nicht gegeben. Die eigentliche Spaltung der ursprünglich einheitlich — naiv-realistisch — aufgefassten Welt vollzieht sich nach Avenarius bei der Deutung der Aussagen der Mitmenschen. Solange ich sage, der Baum ist nicht für mich da, sondern die Aussagen des Mitmenschen lassen mich annehmen, dass er für ihn in derselben Weise da ist, wie für mich, überschreite ich in keiner Weise die formal-logisch zulässige Analogie zwischen mir und dem Mitmenschen. Dies thue ich aber, wenn ich sage, der Baum ist als „Abbild", „Empfindung", „Vorstellung" in dem Mitmenschen, wenn ich den Baum einlege, introjicire, da ich dann für den Mitmenschen etwas annehme, was ich in keiner Weise in meiner eigenen Erfahrung vorfinde, die mir die Umgebungsbestandtheile immer nur in einer bestimmten räumlichen Beziehung zu meinem Körper, niemals in meinem Bewusstsein oder dergl. aufweist. Da die Introjection eine Ueberschreitung der Erfahrung ist, so muss jeder Versuch, sie mit den Thatsachen der Erfahrung in Einklang zu bringen, zu einer unerschöpflichen Quelle von Scheinproblemen werden. Das zeigt sich am klarsten an den verschiedenen Formen, die sie im Laufe der Geschichte der Philosophie angenommen hat. Die ältesten rohesten Theorien der Wahrnehmungen zeigten die Einlegung in ihrer rohesten und einfachsten Form, indem sie von den Gegenständen sich Abbilder ablösen liessen, die in das Innere des Körpers hineingehen. — In dem Maasse nun, als man einsieht, dass die Umgebungsbestandtheile im Innern des Körpers nicht in derselben Weise vorhanden sind, als wie ausserhalb desselben, in dem Maasse müssen sie, sobald sie im Innern sind, zu etwas von der Umgebung Wesensverschiedenem werden. In der Ausdeutung der Introjection, in dem Versuch, sie mit den Erfahrungen, die dem Complex der Umgebung entstammen, in Einklang zu setzen, liegt die Wurzel des Dualismus."

„Es kann zweifelhaft bleiben, ob Avenarius die Motive der Introjection alle richtig gewürdigt hat. Nach seiner Darstellung knüpft die Introjection immer an die Erklärung der „Wahr-

nehmungen" eines Mitmenschen an. Dagegen kann man wohl sagen, dass die Thatsache, dass ein und derselbe Umgebungsbestandtheil einmal als sinnlich gegebene „Sache", ein anderes Mal als „Erinnerung" gegeben ist, ein genügendes Motiv sein kann, diesen Umgebungsbestandtheil als zweimal vorhanden anzunehmen, nämlich einmal „materiell", in der Umgebung, und ein zweites Mal in meinem „Bewusstsein", in meiner „Seele". Dann scheint noch zu erwägen zu sein, ob nicht die Traumerfahrungen[1]) der primitiven Cultur ebenfalls ein selbständiges Motiv des Dualismus sein können. Avenarius stellt zwar die Introjection als die Voraussetzung der dualistischen Ausdeutung der Traumerfahrungen hin, ohne aber überzeugende Gründe dafür anzuführen. Unzulässig ist es aber, den prähistorischen Animismus als die Wurzel des Dualismus anzusehen, wenn man unter Animismus lediglich die Annahme versteht, dass sämmtliche leblose Umgebungsbestandtheile Wesen wie wir selbst sind. Auch auf dem Boden der natürlichen Weltansicht kann, solange tiefere physiologische Gründe dies nicht verhindern, die Annahme entstehen, dass z. B. für den Baum in demselben Sinne Umgebungsbestandtheile existiren wie für den Menschen. Mit anderen Worten: Jemand, der die Avenarius-Mach'sche Auffassung des Psychischen hätte, könnte, wenn ihm jede physiologische Kenntniss mangelte, annehmen, dass ein Baum oder ein Stein seine Umgebung tastet und sieht. Er wäre dann noch kein Dualist. Dies wird er erst, wenn er zur Erklärung dieses Tastens und Sehens des Baums und Steins annimmt, dass die von dem Baum und Stein getasteten und gesehenen Umgebungsbestandtheile in dem Baum als dessen „Empfindungen," dessen „Bewusstsein" nochmals vorhanden sind. Erst dann ist die Welt verdoppelt, in eine geistige und eine körperliche gespalten."

„Die Aufklärung, die durch die Aufdeckung der Unzulässigkeit der Introjection geleistet wurde, geht nach zwei Richtungen. Einerseits nach der erkenntniss-theoretischen Seite. Als Scheinprobleme erweisen sich alle jene Probleme, die nach dem Verhältniss unserer

---

1) Gewiss sind sie (nach Tylor) eines der kräftigsten Motive. Mach.

„Empfindungen“, „Vorstellungen“, „Bewusstseinsinhalte“, zu den „materiellen Dingen“ fragen, deren Abbilder, Zeichen u. s. w. die erstgenannten Producte der Introjection sein sollen. Als Scheinprobleme erweisen sich die Projectionsprobleme der Raumtheorien, das Nachaussenversetzen der Raumempfindungen u. s. w.“

„Andererseits besagt die Ausschaltung der Introjection, dass eine andere Psychologie als eine physiologische unzulässig ist. Sobald man eingesehen hat, dass die „Bewusstseinsinhalte“, die neben den Veränderungen des Nervensystems sich abspielenden „psychischen Processe“, nichts anderes sind als die Umgebungsbestandtheile, die ich dem Mitmenschen und schliesslich auch mir selbst eingelegt habe, kann ich im Nervensystem nichts anderes suchen als physiologische Vorgänge. Es entfällt jede besondere psychische Causalität, es entfallen alle die Fragen, ob das Eingreifen psychischer Kräfte in die physiologischen Vorgänge des Hirns mit dem Princip der Erhaltung der Energie vereinbar ist“ [1]).

„Wenn man vom „Fortleben der Vorstellungen, ohne dass sie im Bewusstsein sind“ (Mach, Wärmelehre, S. 441), spricht, so ist dies, strenge genommen, nur als abgekürzter Ausdruck für bestimmte centralnervöse Vorgänge zulässig, der aber immerhin stark an dualistische Vorstellungen erinnert.“

3.

Der Unterschied in der Darstellung von Avenarius und mir, der noch übrig bleibt, lässt sich auf leicht ersichtliche Gründe

---

1) Ich muss hier meiner Verwunderung darüber Ausdruck geben, dass das Energieprincip so oft in Bezug auf die Frage, ob es ein besonderes psychisches Agens gibt, herangezogen worden ist. Mit der Constanz der Energie ist der Ablauf physikalischer Processe beschränkt, aber keineswegs vollkommen eindeutig bestimmt. Die Erfüllung des Energieprincips in allen physiologischen Fällen lehrt bloss, dass die Seele weder Arbeit verbraucht noch leistet. Darum könnte sie noch mitbestimmend sein. In der auf diesen Fall bezüglichen Frage des Philosophen erscheint das Energieprincip meist nicht richtig bewerthet, und die Verlegenheitsantwort des Physikers hat keinen fassbaren Sinn in Bezug auf diesen seinem Denken fernliegenden Fall. Vgl. das Referat über eine derartige Diskussion bei Höfler, Psychologie, 1897, S. 58 f., Anm. Ich sehe in der Annahme eines besonderen psychischen Agens, von den obigen Erwägungen ganz abgesehen, nur unglückliche, ungünstige, die Forschung erschwerende, ausserdem unnöthige und unwahrscheinliche Voraussetzungen. Mach.

zurückführen. Erstens beabsichtigte ich keine vollständige Darstellung der Entwicklung des eingenommenen Standpunktes aus den vorausgehenden Phasen der Weltansicht. Zweitens geht Avenarius' Darstellung von einer realistischen, die meinige hingegen von einer idealistischen Phase (S. 24 Anm.) aus, wie ich dieselbe in der That in früher Jugend erlebt habe. Ich hätte da etwa von Beseitigung der Extrajection sprechen können (S. 5, 9—18, 23—27, 35). Drittens liegt keine Nothwendigkeit vor, die Aussage des Mitmenschen und der Introjektion, in dem getadelten Sinne, vor Erreichung des neuen Standpunktes eine so gewichtige Rolle spielen zu lassen, und dann hat man auch nicht nöthig, diese Introjection wieder auszuschalten. Auch der einsame Denker könnte den neuen Standpunkt erreichen, und allerdings auch, wie Wlassak bemerkt, dualistische Anwandlungen zu überwinden haben. Ist dieser Standpunkt aber erreicht, und ist die Verschiedenartigkeit der Abhängigkeit der Elemente einmal als das Wesentliche erkannt, so erscheint die realistische oder idealistische Ausgangsphase von keiner grösseren Bedeutung, als für den Mathematiker oder Physiker ein Wechsel der Grundvariablen in seinen Gleichungen.

Die Aufstellungen von Avenarius und demnach auch die meinigen scheinen mir nur fast Selbstverständliches auszusprechen, Selbstverständliches wenigstens für jeden, der sich von dem Drucke der „Ueberlebsel der wilden Philosophie" befreit hat, wie Tylor sich ausdrückt. Solche Selbstverständlichkeiten waren es immer, auf welche die Wissenschaft ihren Bau sicher gründen konnte. In der Annäherung der Wege verschiedener philosophischer Denker, namentlich aber in dem nahen Zusammentreffen allgemein philosophischer und positiv fachwissenschaftlicher Erwägungen glaube ich eine günstige Vorbedeutung für den gegenseitigen Anschluss der Wissenschaften an einander sehen zu dürfen.

IV. Die Hauptgesichtspunkte für die Untersuchung der Sinne.

1.

Wir versuchen nun von dem gewonnenen Standpunkte einen orientirenden Ausblick für unsern besonderen Zweck.

Hat der forschende Intellect durch Anpassung die Gewohnheit erworben, zwei Dinge A und B in Gedanken zu verbinden, so sucht derselbe diese Gewohnheit auch unter etwas veränderten Umständen nach Möglichkeit festzuhalten. Ueberall, wo A auftritt, wird B hinzugedacht. Man kann das sich hierin aussprechende Princip, welches in dem Streben nach Oekonomie seine Wurzel hat, und welches bei den grossen Forschern besonders klar hervortritt, das Princip der Stetigkeit oder Continuität nennen.

Jede thatsächlich beobachtete Variation in der Verbindung von A und B, welche gross genug ist, um bemerkt zu werden, macht sich aber als Störung der bezeichneten Gewohnheit geltend, so lange, bis die letztere genügend modificirt ist, um diese Störung nicht mehr zu empfinden. Man hätte sich z. B. gewöhnt, das auf die Grenze von Luft und Glas einfallende Licht abgelenkt zu sehen. Die Ablenkungen variiren aber von Fall zu Fall in merklicher Weise, und man kann die an einigen Fällen gewonnene Gewohnheit so lange nicht ungestört auf neu vorkommende Fälle übertragen, bis man im Stande ist, jedem besonderen Einfallswinkel A einen besonderen Brechungswinkel B zuzuordnen, was durch Auffindung des sogenannten Brechungsgesetzes beziehungsweise durch Geläufigwerden der in demselben enthaltenen Regel erreicht ist. Es tritt also dem Princip der Stetigkeit ein anderes Princip modificirend entgegen; wir wollen es das Princip der

zureichenden Bestimmtheit oder der zureichenden Differenzirung nennen.

Das Zusammenwirken beider Principien lässt sich nun durch weitere Ausführung des berührten Beispieles recht gut erläutern. Um den Thatsachen gerecht zu werden, welche bei Aenderung der Farbe des Lichtes auftreten, hält man den Gedanken des Brechungsgesetzes fest, muss aber jeder besonderen Farbe einen besonderen Brechungsexponenten zuordnen, bald merkt man dann, dass man auch jeder besonderen Temperatur einen besonderen Brechungsexponenten zuordnen muss, u. s. w.

Dieser Process führt schliesslich zur zeitweiligen Beruhigung und Befriedigung, indem die beiden Dinge A und B so verbunden gedacht werden, dass jeder der augenblicklichen Erfahrung zugänglichen Aenderung des einen eine zugehörige Aenderung des andern entspricht. Es kann der Fall eintreten, dass sowohl A als B sich als Complexe von Bestandtheilen darstellen, und dass jeder Bestandtheil von A einem Bestandtheil von B zugeordnet ist. Dieses findet z. B. statt, wenn B ein Spectrum und A die zugehörige Probe eines Gemenges ist, wo je einem Bestandtheil des Spectrums je ein Bestandtheil der vor dem Spectralapparat verflüchtigten Probe unabhängig von den übrigen zugeordnet ist. Erst durch die vollständige Geläufigkeit dieses Verhältnisses kann dem Princip der zureichenden Bestimmtheit entsprochen werden.

2.

Stellen wir uns nun vor, wir betrachten eine Farbenempfindung B nicht in ihrer Abhängigkeit von der glühenden Probe A, sondern in ihrer Abhängigkeit von den Elementen des Netzhautprocesses N. Hierdurch ist nicht die Art, sondern nur die Richtung der Orientirung geändert, alles eben Besprochene verliert dadurch nicht seine Geltung, und die zu befolgenden Grundsätze bleiben dieselben. Und dies gilt natürlich für alle Empfindungen.

Die Empfindung kann nun an sich, unmittelbar, psychologisch analysirt werden (wie dies Joh. Müller gethan hat), oder es können die ihr zugeordneten physikalischen (physiologischen) Processe nach den Methoden der Physik untersucht werden (wie dies vorzugsweise die moderne Physiologenschule thut), oder endlich (was am weitesten führen wird, weil hierbei die Beobachtung an allen Punkten angreift und eine Untersuchung die andere stützt) kann der Zusammenhang des psychologisch Beobachtbaren mit dem zugehörigen physikalischen (physiologischen) Process verfolgt werden. Dieses letztere Ziel streben wir überall an, wo es erreichbar scheint.

Mit diesem Ziel im Auge werden wir dem Princip der Continuität und jenem der zureichenden Bestimmtheit nur genügen können, wenn wir dem gleichen B (irgend einer Empfindung) immer und überall nur das gleiche N (denselben Nervenprocess) zuordnen, zu jeder beobachtbaren Aenderung von B aber eine entsprechende Aenderung von N auffinden. Können wir B psychologisch in mehrere von einander unabhängige Bestandtheile zerlegen, so können wir nur in der Auffindung ebensolcher den ersteren entsprechender Bestandtheile in N Beruhigung finden. Sollten aber an B Eigenschaften oder Seiten zu bemerken sein, die nicht gesondert auftreten können, wie z. B. Höhe und Intensität des Tones, so würde dasselbe Verhalten auch von N zu erwarten sein. Mit einem Worte, zu allen psychisch beobachtbaren Einzelheiten von B haben wir die zugeordneten physikalischen Einzelheiten von N aufzusuchen.

Wir wollen natürlich nicht behaupten, dass nicht auch durch recht complicirte Umstände eine (psychologisch) einfache Empfindung bedingt werden kann. Denn die Umstände hängen kettenförmig zusammen und lösen keine Empfindung aus, wenn die Kette nicht bis in den Nerv reicht. Da aber die Empfindung auch als Hallucination auftreten kann, wenn gar keine ausserhalb des Leibes liegende physikalische bedingende Umstände vorhanden sind, so sehen wir, dass ein gewisser Nervenprocess, als Endglied jener Kette, die wesentliche und unmittel-

bare Bedingung der Empfindung ist. Diese unmittelbare Bedingung können wir nun nicht variirt denken, ohne uns auch die Empfindung variirt vorzustellen, und umgekehrt. Für den Zusammenhang dieses Endgliedes und der Empfindung wollen wir das ausgesprochene Princip als gültig ansehen.

3.

Wir können also einen leitenden Grundsatz für die Untersuchung der Empfindungen aufstellen, der als Princip des vollständigen Parallelismus des Psychischen und Physischen bezeichnet werden mag. Nach unserer Grundanschauung, welche eine Kluft zwischen den beiden Gebieten (des Psychischen und Physischen) gar nicht anerkennt, ist dieses Princip fast selbstverständlich, kann aber auch ohne Hilfe dieser Grundanschauung als heuristisches Princip aufgestellt werden, wie ich dies vor Jahren gethan habe[1]).

Das hier verwendete Princip geht über die allgemeine Voraussetzung, dass jedem Psychischen ein Physisches entspricht und umgekehrt in seiner Specialisirung hinaus. Letztere allgemeine Annahme, die in vielen Fällen als richtig nachgewiesen ist, wird in allen Fällen als wahrscheinlich richtig festgehalten werden können, und bildet zudem die nothwendige Voraussetzung der exacten Forschung. Von der Fechner'schen Auffassung des Physischen und Psychischen als zweier verschiedener Seiten ein und desselben Realen ist die unsrige ebenfalls verschieden. Erstens hat unsere Auffassung keinerlei metaphysischen Untergrund, sondern entspricht nur dem verallgemeinerten Ausdruck von Erfahrungen. Dann unterscheiden wir auch nicht zwei verschiedene Seiten eines unbekannten Dritten, sondern die

1) Vergl. meine Abhandlung „Ueber die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut" (Sitzungsbericht der Wiener Akademie, Bd. 52, Jahrg. 1865). Ferner Reichert's und Dubois' Arch., 1865, S. 634 und Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig, Engelmann, 1875, S. 63. — Auch in meiner Ausführung in Fichte's Zeitschrift für Philosophie, Bd. 46, Jahrg. 1865, S. 5 ist der Grundsatz implicite schon enthalten. (Abgedruckt in den Populärwissenschaftlichen Vorlesungen. Leipzig, 3. Aufl., 1903.)

in der Erfahrung vorgefundenen Elemente, deren Verbindung wir untersuchen, sind immer dieselben, nur von einerlei Art und treten nur je nach der Art ihres Zusammenhanges bald als physische, bald als psychische Elemente auf[1]). Man hat mich gefragt, ob denn der Parallelismus des Psychischen und Physischen überhaupt noch einen Sinn hätte und nicht eine blosse Tautologie sei, wenn man das Psychische und das Physische überhaupt nicht als wesentlich verschieden ansieht? Dies beruht auf einer missverständlichen Auffassung meiner obigen Ausführungen. Wenn ich ein grünes Blatt sehe, was durch gewisse Gehirnprocesse bedingt ist, so ist jenes Blatt in seiner Form und Farbe allerdings verschieden von den Formen, Farben u. s. w., die ich an dem untersuchten Gehirn finde, wenn auch alle Formen, Farben u. s. w., an sich gleichartig, an sich weder psychisch noch physisch sind. Das gesehene Blatt, als abhängig gedacht vom Gehirnprocess, ist etwas Psychisches während dieser Process in dem Zusammenhang seiner Elemente etwas Physisches vorstellt. Und für die Abhängigkeit der ersteren unmittelbar gegebenen Elementengruppe von der durch (vielleicht complicirte) physikalische Untersuchung sich erst ergebenden zweiten Gruppe besteht das Parallelismusprincip. (Vgl. S. 36.)

4.

Zur Erläuterung des vielleicht etwas zu abstract ausgesprochenen Grundsatzes mögen sofort einige Beispiele dienen. Ueberall wo ich Raum empfinde, ob durch das Gesicht, den Tastsinn oder auf andere Weise, werde ich einen in allen Fällen gleichartigen Nervenprocess als vorhanden anzunehmen haben. Für alle Zeitempfindung supponire ich gleiche Nervenprocesse.

---

1) In Bezug auf die verschiedenen Seiten der Parallelismusfrage vergl.: C. Stumpf, Ansprache beim Psychologenkongress in München. München 1897. — G. Heymans, Zur Parallelismusfrage. Zeitschr. f. Psychologie der Sinnesorgane, Bd. 17. — O. Külpe, Ueber die Beziehung zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen. Zeitschr. f. Hypnotismus, Bd. 7. — J. v. Kries, Ueber die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen. Freiburg i. B. 1898. — C. Hauptmann, Die Metaphysik in der Physiologie. Dresden 1893.

Sehe ich gleiche verschiedenfarbige Gestalten, so suche ich neben den verschiedenen Farbenempfindungen besondere gleiche Raumempfindungen und zugehörige gleiche Nervenprocesse. Sind zwei Gestalten ähnlich (liefern sie theilweise gleiche Raumempfindungen), so enthalten auch die zugehörigen Nervenprocesse theilweise gleiche Bestandtheile. Haben zwei verschiedene Melodien gleichen Rhythmus, so besteht neben den verschiedenen Tonempfindungen in beiden Fällen eine gleiche Zeitempfindung mit gleichen zugehörigen Processen. Sind zwei Melodien in verschiedener Tonlage gleich, so haben die Tonempfindungen und ihre physiologischen Bedingungen trotz der ungleichen Tonhöhe gleiche Bestandtheile. Kann die scheinbar unbegrenzte Mannigfaltigkeit der Farbenempfindungen durch psychologische Analyse (Selbstbeobachtung) auf 6 Elemente (Grundempfindungen) reducirt werden, so dürfen wir die gleiche Vereinfachung für das System der Nervenprocesse erwarten. Zeigt sich das System der Raumempfindungen als eine dreifache Mannigfaltigkeit, so wird sich auch das System der zugeordneten Nervenprocesse als eine solche darstellen.

5.

Dieses Princip ist übrigens mehr oder weniger bewusst, mehr oder weniger consequent stets befolgt worden. Wenn z. B. Helmholtz[1]) für jede Tonempfindung eine besondere Nervenfaser (mit dem zugehörigen Process) statuirt, wenn er den Klang in Tonempfindungen auflöst, die Verwandtschaft der Klänge auf den Gehalt an gleichen Tonempfindungen (und Nervenprocessen) zurückführt, so liegt hierin eine Bethätigung des ausgesprochenen Princips. Die Anwendung ist nur keine vollständige, wie später gezeigt werden soll. Brewster[2]) liess sich durch eine, wenn

1) Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen. Braunschweig, Vieweg. 1863.

2) Brewster, A treatise on optics. London 1831. Brewster denkt sich das rothe, das gelbe und das blaue Licht über das ganze Sonnenspectrum reichend, jedoch in verschiedener Intensität vertheilt, so dass für das Auge das Roth an beiden Enden (am rothen und violetten), das Gelb in der Mitte, das Blau am brechbareren Ende hervortritt.

auch mangelhafte, psychologische Analyse der Farbenempfindungen und unvollkommene physikalische Versuche[1]) geleitet, zu der Ansicht führen, dass den drei Empfindungen Roth, Gelb, Blau entsprechend auch physikalisch nur drei Lichtsorten existiren, und dass demnach die Newton'sche Annahme einer unbegrenzten Anzahl von Lichtsorten mit continuirlich abgestuften Brechungsexponenten falsch sei. Leicht konnte Brewster in den Irrthum verfallen, Grün für eine Mischempfindung zu halten. Hätte er aber überlegt, dass Farbenempfindungen ganz ohne physikalisches Licht auftreten können, so hätte er seine Folgerungen auf den Nervenprocess beschränkt und Newton's physikalische Aufstellungen, die ebenso wohlbegründet sind, unangetastet gelassen. Th. Young hat diesen Fehler wenigstens principiell verbessert. Er hat erkannt, dass eine unbegrenzte Anzahl physikalischer Lichtsorten von continuirlich abgestuften Brechungsexponenten (und Wellenlängen) mit einer geringen Zahl von Farbenempfindungen und Nervenprocessen vereinbar ist, dass dem Continuum der Ablenkungen im Prisma (dem Continuum der Raumempfindungen) eine discrete Zahl von Farbenempfindungen entspricht. Aber auch Young hat das ausgesprochene Princip nicht mit vollem Bewusstsein und nicht mit strenger Consequenz angewandt, abgesehen davon, dass er sich bei der psychologischen Analyse noch durch physikalische Vorurtheile beirren liess. Auch Young nahm zuerst Roth, Gelb, Blau als Grundempfindungen an, die er später, durch einen physikalischen Irrthum Wollaston's verleitet, wie Alfred Mayer (in Hoboken) in einer trefflichen Arbeit gezeigt hat[2]), durch Roth,

---

1) Brewster meinte nämlich die Nüance von Newton für einfach gehaltener Spectralfarben durch Absorption ändern zu können, was, wenn es richtig wäre, die Newton'sche Anschauung wirklich erschüttern würde. Er experimentirte jedoch, wie Helmholtz (Physiologische Optik) gezeigt hat, mit einem unreinen Spectrum.

2) Philosophical Magazine. February 1876, p. III. Wollaston beobachtete (1802) zuerst die später nach Fraunhofer benannten dunklen Linien des Sonnenspectrums, und glaubte sein schmales Spectrum durch die stärksten Linien in einen rothen, grünen und violetten Theil getrennt zu sehen. Er hielt diese Linien für Grenzen physikalischer Farben. Young nahm diese Ansicht an, und setzte an die Stelle seiner Grundempfindungen Roth, Gelb, Blau die Farben Roth, Grün, Violett.

Grün und Violett ersetzt hat. In welcher Richtung die Theorie der Farbenempfindung zu modificiren ist, welche seither durch Hering einen hohen Grad der Vollendung erreicht hat, habe ich vor Jahren an einem andern Ort angedeutet.

6.

Ich will hier nur kurz zusammenfassen, was ich heute über die Behandlung der Theorie der Farbenempfindung zu sagen habe. Man findet in neueren Schriften häufig die Angabe, dass die von Hering acceptirten sechs Grundfarbenempfindungen, Weiss, Schwarz, Roth, Grün, Gelb, Blau zuerst von Leonardo, da Vinci, nachher von Mach und Aubert aufgestellt worden seien. Dass die Angabe in Bezug auf Leonardo da Vinci auf einem Irrthum beruhe, war mir von vornherein, in Anbetracht der Anschauungen seiner Zeit, höchst wahrscheinlich. Hören wir, was er selbst in seinem „Buche von der Malerei" sagt[1]: „254. Der einfachen Farben sind sechs. Die erste davon ist das Weiss, obwohl die Philosophen weder Weiss noch Schwarz unter die Zahl der Farben aufnehmen, da das eine die Ursache der Farben ist, das andere deren Entziehung. Da indess der

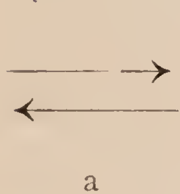
Bei der ersteren Aufstellung hielt also Young das Grün für eine Mischempfindung. bei der zweiten aber dieses und Violett für einfach. — Die zweifelhaften Resultate, welche die psychologische Analyse hiernach liefern kann, könnten leicht den Glauben an ihre Brauchbarkeit überhaupt erschüttern. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass man bei Anwendung eines jeden Principes in Irrthum verfallen kann. Die Uebung wird auch hier entscheidend sein. Der Umstand, dass die physikalischen Bedingungen der Empfindung fast immer Mischempfindungen auslösen, und die Empfindungsbestandtheile nicht leicht gesondert auftreten, erschwert die psychologische Analyse sehr bedeutend. So ist z. B. Grün eine einfache Empfindung. Ein vorgelegtes Pigment- oder Spectralgrün wird aber in der Regel eine Gelb- oder Blauempfindung miterregen und dadurch die irrthümliche (auf Mischergebnissen von Pigmenten beruhende) Ansicht begünstigen, dass die Grünempfindung aus Gelb- und Blauempfindung zusammengesetzt sei. Das sorgfältige physikalische Studium ist also auch bei der psychologischen Analyse nicht zu entbehren. Andrerseits darf man auch die physikalische Erfahrung nicht überschätzen. Die blosse Erfahrung, dass ein gelbes und blaues Pigment gemischt ein grünes Pigment liefert, kann uns allein nicht bestimmen, im Grün Gelb und Blau zu sehen, wenn nicht das eine oder das andere wirklich darin enthalten ist. Sieht doch im Weiss niemand Gelb und Blau, obgleich Spectralgelb und Spectralblau gemischt wirklich Weiss geben.

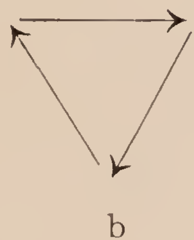
1) Nr. 254 und 255 nach der Uebersetzung von Heinrich Ludwig, Quellenschriften zur Kunstgeschichte. Wien, Braumüller, 1882, Bd. 18.

Maler nicht ohne diese beiden fertig werden kann, so werden wir sie zu der Zahl der übrigen hierhersetzen und sagen, das Weiss sei in dieser Ordnung unter den einfachen die erste, Gelb die zweite, Grün die dritte, Blau die vierte, Roth die fünfte, Schwarz die sechste. Und das Weiss werden wir für Licht setzen, ohne das man keine Farbe sehen kann, das Gelb für die Erde, das Grün fürs Wasser, Blau für die Luft, Roth für Feuer und das Schwarz für die Finsterniss, die sich über dem Feuerelement befindet, weil dort keine Materie oder dichter Stoff ist, auf den die Sonnenstrahlen ihren Stoss ausüben, und den sie in Folge dessen beleuchten könnten." — „255. Das Blau und das Grün sind nicht einfache für sich. Denn das Blau setzt sich aus Licht und Finsterniss zusammen, wie das Blau der Luft, aus äusserst vollkommenem Schwarz und vollkommen reinem Weiss nämlich". „Das Grün setzt sich aus einer einfachen und einer zusammengesetzten zusammen, nämlich aus Gelb und aus Blau". Dies wird genügen, zu zeigen, dass es sich bei Leonardo da Vinci theils um Beobachtungen über Pigmente, theils um naturphilosophische Betrachtungen, nicht aber um die Grundfarbenempfindungen handelt. Die vielen wunderbaren und feinen naturwissenschaftlichen Beobachtungen aller Art, welche in Leonardo's Buch enthalten sind, führen zu der Ueberzeugung, dass die Künstler und insbesondere Er, wahre Vorläufer der grossen bald folgenden Naturforscher waren. Sie mussten die Natur kennen, um sie angenehm vorzutäuschen; sie beobachteten sich und anderen zum Vergnügen. Doch hat Leonardo bei weitem nicht alle Entdeckungen und Erfindungen gemacht, welche ihm z. B. Groth[1]) zuschreibt. — Meine nur gelegentlichen Aeusserungen über die Theorie der Farbenempfindung waren vollkommen deutlich. Ich nahm die Grundempfindungen: Weiss, Schwarz, Roth, Gelb, Grün, Blau und diesen entsprechend in der Netzhaut sechs verschiedene (chemische) Processe (nicht Nervenfasern) an. Vergl. Reichert's und Dubois' Archiv, 1865,

1) Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph. Berlin 1874.

S. 633 u. ff.) Das Verhältniss der Complementärfarben war natürlich, wie jedem Physiker, auch mir bekannt und geläufig. Ich stellte mir aber vor, dass die beiden Complementärprocesse zusammen einen neuen, den Weissprocess anregen (a. a. O. S. 634). Die grossen Vorzüge der Hering'schen Theorie erkenne ich freudig an. Sie bestehen für mich in Folgendem. Zunächst wird der Schwarzprocess als eine Reaction gegen den Weissprocess aufgefasst. Ich weiss die Erleichterung, welche darin liegt, um so mehr zu würdigen, als mir das Verhältniss von Schwarz und Weiss gerade die grösste Schwierigkeit einzuschliessen schien. Ausserdem werden Roth und Grün, ebenso Gelb und Blau als antagonistische Processe aufgefasst, die nicht einen neuen Process erzeugen, sondern die sich gegenseitig vernichten. Das Weiss wird hiernach nicht erst erzeugt, sondern es ist schon vorher vorhanden, und bleibt bei der Vernichtung einer Farbe durch die Complementärfarbe übrig. Was mich an der Hering'schen Theorie allein noch gestört hat, war, dass man nicht sah, warum die beiden Gegenprocesse Schwarz und Weiss zugleich auftreten und zugleich empfunden werden können, während dies bei Roth-Grün und Blau-Gelb nicht möglich ist. Dieses Bedenken ist aber durch die Darlegung Hering's theilweise beseitigt[1]). Die vollständige Aufklärung dieses Verhältnisses liegt wohl in dem Nachweise, welchen W. Pauli geliefert hat, dass gewisse Processe in colloidalen und in lebenden Substanzen durch entgegengesetzte Processe auf demselben Wege, homodrom, wie in a, andere Processe aber durch Gegenprocesse auf anderem Wege, heterodrom, wie in b, rückgängig gemacht werden können[2]). Ich selbst habe vor langer Zeit gezeigt, dass gewisse Empfindungen sich zu einander verhalten wie positive und negative Grössen, z. B. Roth


a


b

1) Zur Lehre vom Lichtsinne, Wien 1878, S. 122. Vgl. auch meine oben citirte Abhandlung, Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 52, Jahrg. 1865, October.

2) W. Pauli, Der colloidale Zustand und die Vorgänge in der lebendigen Substanz. Braunschweig, Vieweg, 1902, S. 23, 30.

und Grün, dass aber andere nicht in diesem Verhältniss stehen, z. B. Weiss und Schwarz[1]). Alles kommt nun in beste Uebereinstimmung, wenn man mit Pauli die dem ersteren Paar entsprechenden Hering'schen Gegenprocesse als homodrom, die dem letzteren Paar zu Grunde liegenden Vorgänge als heterodrom ansieht.

7.

Die angeführten Beispiele werden genügen, den Sinn des aufgestellten Forschungsgrundsatzes zu erläutern und zugleich zu zeigen, dass dieser Grundsatz nicht durchaus neu ist. Als ich mir vor Jahren den Satz formulirte, hatte ich auch keine andere Absicht, als etwas instinctiv längst Gefühltes mir selbst zur vollen Klarheit zu bringen.

Es schien mir ein einfacher und natürlicher, ja beinahe selbstverständlicher Gedanke, dass Aehnlichkeit auf einer theilweisen Gleichheit, auf einer theilweisen Identität beruht, und dass man demnach bei ähnlichen Empfindungen nach den gemeinsamen identischen Empfindungsbestandtheilen und den entsprechenden gemeinsamen physiologischen Processen zu suchen hat. Ich kann jedoch den Leser darüber nicht im Unklaren lassen, dass diese Ansicht sich keineswegs allgemeiner Zustimmung erfreut. In philosophischen Schriften findet man vielfach die Behauptung, dass eine Aehnlichkeit auch wahrgenommen werden kann, ohne dass im geringsten von solchen identischen Bestandtheilen die Rede sein könnte. Ein Physiologe[2]) spricht sich in folgender Weise über das hier dargelegte Princip aus: „Denn dessen Anwendung auf die obigen Probleme führt ihn (Mach) direct dazu, nach dem physiologischen Moment zu fragen, welches jenen postulirten Qualitäten entspreche. Mir scheint nun, dass von allen Axiomen und Principien keines bedenklicher, keines grösseren Missverständnissen ausgesetzt ist, als dieser Satz. Sollte er nichts anderes sein als eine Umschreibung des sog. Parallel-

1) Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. 1875, S. 57 f.

2) J. v. Kries, Ueber die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen. Freiburg i. B. 1898.

princips, so würde er weder als neu noch als besonders fruchtbar gelten zu können, und das Gewicht, das auf ihn gelegt wird, nicht verdienen. Wenn er dagegen besagen soll, dass allem, was wir psychologisch als etwas Einheitliches herausheben können, jedem Verhältniss, jeder Form, kurz allem, was wir durch eine Allgemeinvorstellung bezeichnen können, ein bestimmtes Element, ein Bestandtheil des physiologischen Geschehens, entsprechen muss, so kann, glaube ich, diese Formulirung nur als bedenklich und irreführend bezeichnet werden." Allerdings will ich den Satz (unter dem S. 48 gemachten Vorbehalt) in diesem letzteren „bedenklichen und irreführenden" Sinn verstanden wissen. Ich muss es nun ganz dem Leser überlassen, ob er mir noch weiter folgen und in den durch jenen Grundsatz deutlich bezeichneten Anfang der Untersuchung eingehen, oder ob er, der Autorität der Gegner folgend, umkehren und sich lediglich mit der Betrachtung der vorgehaltenen Schwierigkeiten begnügen will. In ersterem Falle wird er, wie ich hoffe, die Erfahrung machen, dass nach Erledigung einfacherer Fälle, in Fällen tiefer liegender, abstracter Aehnlichkeit die Schwierigkeiten nicht mehr in der abschreckenden Beleuchtung erscheinen, in welcher sie zuweilen gesehen wurden. Ich möchte nur gleich hinzufügen, dass in solchen complicirteren Fällen von Aehnlichkeit dieselbe nicht auf einem gemeinschaftlichen Element, sondern auf einem gemeinschaftlichen System von Elementen beruht, wie ich dies wiederholt in Bezug auf das begriffliche Denken ausgeführt habe (vgl. Kap. XIV).

8.

Da wir eine eigentliche Kluft zwischen Physischem und Psychischem überhaupt nicht anerkennen, so versteht es sich, dass beim Studium der Sinnesorgane sowohl die allgemein physikalischen als auch die speciell biologischen Erfahrungen Verwendung finden können. Manches, was uns schwer verständlich bleibt, wenn wir das Sinnesorgan mit einem physikalischen

Apparat parallelisiren, an welchem die „Seele" beobachtet, wird durchsichtig im Lichte der Entwicklungslehre, wenn wir annehmen, dass wir mit einem lebenden Organismus mit besonderem Gedächtniss, besonderen Gewohnheiten und Manieren, die einer langen und schicksalsreichen Stammesgeschichte ihren Ursprung verdanken, zu thun haben. Die Sinnesorgane sind selbst ein Stück Seele, leisten selbst einen Theil der psychischen Arbeit, und überliefern das Ergebniss fertig dem Bewusstsein. Was ich hierüber zu sagen habe, will ich hier kurz zusammenfassen.

9.

Der Gedanke, die Entwicklungslehre auf die Physiologie der Sinne insbesondere, und auf die Physiologie überhaupt, anzuwenden, tritt schon vor Darwin bei Spencer (1855) auf. Derselbe hat eine mächtige Förderung durch Darwin's Buch „Ueber den Ausdruck der Gemüthsbewegungen" erfahren. Später hat P. R. Schuster (1879) die Frage, ob es „ererbte Vorstellungen" gebe, in Darwin'schem Sinne erörtert. Auch ich habe mich (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, October 1866) für die Anwendung der Entwicklungslehre auf die Theorie der Sinnesorgane ausgesprochen. Eine der schönsten und aufklärendsten Ausführungen im Sinne einer psychologisch-physiologischen Anwendung der Entwicklungslehre enthält die akademische Festrede von Hering[1]). Gedächtniss und Vererbung fallen in der That fast in einen Begriff zusammen, wenn wir bedenken, dass Organismen, welche Theile des Elternleibes waren, auswandern, und die Grundlage der neuen Individuen werden. Die Vererbung wird uns durch diesen Gedanken fast ebenso verständlich als z. B. der Umstand, dass die Amerikaner englisch sprechen, dass ihre Staatseinrichtungen in vieler Beziehung den englischen gleichen, u. s. w. Das Problem, welches darin liegt, dass Organismen ein Gedächtniss haben, welches

1) Ueber das Gedächtniss als eine allgem. Function der organisirten Materie, 1870.

der unorganischen Materie zu fehlen scheint, wird hierdurch selbstverständlich nicht berührt und besteht fort (Vgl. Cap. V, XI). — Will man an Herings Darstellung nicht unbillige Kritik üben, so muss man in Betracht ziehen, dass er den Begriff Gedächtniss in einem weiteren Sinne nimmt. Er hat die Verwandtschaft erschaut, die besteht zwischen den anhaltenden Spuren, welche die Stammesgeschichte den Organismen aufprägt und den flüchtigeren Eindrücken, die das individuelle Leben zurücklässt. Das spontane Wiederaufleben eines einmal eingeleiteten Processes auf einen leisen Anstoss hin erkennt er als wesentlich denselben Vorgang, ob derselbe nun in dem engen Rahmen des Bewusstseins beobachtet werden kann oder nicht. Das Erschauen dieses gemeinsamen Zuges in einer grossen Reihe von Erscheinungen ist nun ein wesentlicher Fortschritt, wenn auch dieser Grundzug selbst noch unaufgeklärt bleibt. — In neuerer Zeit hat Weismann[1]) auch den Tod als eine Vererbungserscheinung aufgefasst. Auch diese schöne Schrift wirkt sehr aufklärend. Die Schwierigkeit, die man darin sehen könnte, dass sich eine Eigenschaft vererben soll, die im Elternorganismus erst sich geltend machen kann, nachdem der Process der Vererbung schon abgeschlossen ist, liegt wohl nur im Ausdruck. Sie fällt weg, wenn man darauf achtet, dass die Vermehrungsfähigkeit der Körperzellen auf Kosten der Vermehrung der Keimzellen (wie Weismann andeutet) wachsen kann. Somit kann man sagen, dass die längere Lebensdauer der Zellengemeinschaft und die verminderte Fortpflanzung zwei sich gegenseitig bedingende Anpassungserscheinungen seien. — Noch als Gymnasiast hörte ich einmal, dass Pflanzen der südlichen Hemisphäre bei uns blühen, wenn in ihrer Heimath Frühling ist. Ich erinnere mich lebhaft der geistigen Erschütterung, die mir diese Mittheilung verursacht hat. Ist dies richtig, so kann man hierbei in der That an eine Art Gedächtniss der Pflanze denken, auch dann, wenn die Periodicität der Lebenserscheinungen hiebei

---

1) Ueber die Dauer des Lebens, 1882.

die Hauptsache sein sollte. — Die sogenannten Reflexbewegungen der Thiere lassen sich in natürlicher Weise als Gedächtnisserscheinungen ausserhalb des Bewusstseinsorgans auffassen. Eine der merkwürdigsten dieser Erscheinungen sah ich (ich glaube 1865) bei Rollett an enthirnten Tauben. Diese Thiere trinken jedesmal, wenn sie mit den Füssen in eine kalte Flüssigkeit gesetzt werden, ob dieselbe nun Wasser, Quecksilber oder Schwefelsäure ist. Da nun ein Vogel gewöhnlich in die Lage kommen wird, seine Füsse zu benetzen, wenn er seinen Durst zu stillen sucht, so ergibt sich die Anschauung ganz ungezwungen, dass hier eine durch die Lebensweise bedingte zweckmässige, durch Vererbung befestigte Gewohnheit vorliegt, welche (auch bei Ausschaltung des Bewusstseins) auf den entsprechenden auslösenden Reiz mit der Präcision eines Uhrwerks abläuft. Goltz hat in seinem wunderbaren Buch [1]) und in späteren Schriften viele derartige Erscheinungen beschrieben. — Ich will nun bei dieser Gelegenheit noch einige Beobachtungen erwähnen, deren ich mich mit grossem Vergnügen erinnere. In den Herbstferien 1873 brachte mir mein kleiner Junge einen wenige Tage alten Sperling, welcher aus dem Nest gefallen war, und wünschte ihn aufzuziehen. Die Sache war jedoch nicht einfach. Das Thierchen war nicht zum Schlingen zu bewegen, und wäre den unvermeidlichen Insulten beim gewaltsamen Füttern sicherlich bald erlegen. Da stellte ich folgende Ueberlegung an: „Das neugeborene Kind wäre (ob die Darwin'sche Theorie richtig ist oder nicht) unfehlbar verloren, wenn es nicht die vorgebildeten Organe und den ererbten Trieb zum Saugen hätte, welche durch den passenden Reiz ganz automatisch und mechanisch in Thätigkeit gerathen. Etwas Aehnliches muss in anderer Form auch beim Vogel existiren.“ Ich bemühte mich nun den passenden Reiz zu finden. Ein kleines Insect wurde an ein spitzes Stäbchen gesteckt und an diesem um den Kopf des Vogels rasch herumbewegt. Sofort sperrte das Thier

1) Die Nervencentren des Frosches, 1869.

den Schnabel auf, schlug mit den Flügeln und schlang gierig die dargebotene Nahrung hinab. Ich hatte also den richtigen Reiz für die Auslösung des Triebes und der automatischen Bewegung gefunden. Das Thier wurde zusehends stärker und gieriger, es fing an, nach der Nahrung zu schnappen, erfasste einmal auch ein zufällig vom Stäbchen auf den Tisch gefallenes Insect, und frass von da an ohne Anstand selbstständig. In dem Maasse als sich der Intellect, die Erinnerung entwickelte, war ein immer *kleinerer* Theil des auslösenden Reizes nothwendig. Das selbstständig gewordene Thier nahm nach und nach alle charakteristischen Sperlingsmanieren an, die es doch nicht eigens gelernt hatte. Bei Tage (bei wachem Intellect) war es sehr zutraulich und liebenswürdig. Des Abends traten regelmässig *andere* Erscheinungen auf.. Das Thier wurde furchtsam. Es suchte immer die *höchsten* Orte der Stube auf, und beruhigte sich erst, wenn es durch die Zimmerdecke verhindert wurde, noch höher zu steigen. Wieder eine andere zweckmässige ererbte Gewohnheit! Bei einbrechender Dunkelheit war das Thier vollends verändert. Näherte man sich dann, so sträubte es die Federn, fing an zu fauchen und zeigte den Ausdruck des Entsetzens und der leibhaftigen *Gespensterfurcht*. Auch diese ist ganz wohlbegründet und *zweckmässig* bei einem Wesen, das unter normalen Verhältnissen jeden Augenblick von irgend einem Ungethüm verschlungen werden kann. — Diese letztere Beobachtung bekräftigte mir die schon vorher gefasste Ansicht, dass die Gespensterfurcht meiner Kinder nicht von den (sorgfältig ferngehaltenen) Ammenmärchen herrührte, sondern *angeboren* war. Eines meiner Kinder fing gelegentlich an, den im Dunkeln stehenden Lehnstuhl zu beanstanden, ein anderes wich Abends sorgfältig einem Kohlenbehälter beim Ofen aus, besonders wenn derselbe mit geöffnetem Deckel dastand, und einem aufgesperrten Rachen glich. Die Gespensterfurcht ist die wirkliche Mutter der Religionen. Weder die naturwissenschaftliche Analyse noch die sorgfältige historische Kritik eines D. *Strauss* Mythen gegenüber, welche für den kräftigen Intellect schon widerlegt sind,

bevor sie noch erfunden wurden, werden diese Dinge plötzlich beseitigen und hinwegdecretiren. Was so lange einem wirklichen ökonomischen Bedürfniss entsprach und theilweise noch entspricht (Furcht eines Schlimmern, Hoffnung eines Bessern), wird in den dunkleren uncontrolirbaren instinctiven Gedankenreihen noch lange fortleben. Wie die Vögel auf unbewohnten Inseln (nach Darwin) die Menschenfurcht erst im Laufe mehrerer Generationen erlernen müssen, so werden wir erst nach vielen Generationen das unnöthig gewordene „Gruseln" verlernen. Jede Faustaufführung kann uns darüber belehren, wie sympathisch uns insgeheim die Anschauungen der Hexenzeit noch sind. Nützlicher als die Furcht vor dem Unbekannten wird dem Menschen die genaue Kenntniss der Natur, seiner Lebensbedingungen. Und bald ist es für ihn am wichtigsten, dass er auf der Hut sei vor Nebenmenschen, die ihn roh vergewaltigen, oder durch Irreleitung seines Verstandes und Gefühls perfid missbrauchen wollen. — Noch eine eigenthümliche Beobachtung will ich hier mittheilen, deren Kenntniss ich meinem Vater (zuletzt Gutsbesitzer in Krain), einem begeisterten Darwinianer, verdanke. Mein Vater beschäftigte sich viel mit Seidenzucht, zog Yama Mai frei im Eichenwalde u. s. w. Die gewöhnliche Morus-Seidenraupe ist seit vielen Jahrhunderten ein Hausthier und dadurch höchst unbehilflich und unselbstständig geworden. Kommt die Zeit des Einspinnens heran, so pflegt man den Thieren Strohbündel darzubieten, auf welchen sie sich verpuppen. Mein Vater kam nun eines Tages auf den Einfall, einer Gesellschaft von Morus-Raupen die üblichen Strohbündel nicht bereit zu legen. Die Folge war, dass der grösste Theil der Raupen zu Grunde ging, und nur ein geringer Bruchtheil, die Genies (mit grösserer Anpassungsfähigkeit), sich einspann. Ob, wie meine Schwester beobachtet zu haben glaubt, die Erfahrungen einer Generation schon in der nächsten merklich benützt werden, muss wohl noch weiter untersucht werden. Aus den Versuchen, die C. Lloyd Morgan (Comparative psychology, London 1894) mit jungen Hühnchen, Enten u. s. w. angestellt

hat, geht hervor, dass wenigstens bei höheren Thieren kaum etwas Anderes angeboren ist als die Reflexe. Das frisch ausgeschlüpfte Hühnchen pickt gleich mit grosser Sicherheit nach allem, was es sieht. Was aber aufzupicken erspriesslich ist, muss es durch individuelle Erfahrung lernen. Je einfacher der Organismus, desto geringer die Rolle des individuellen Gedächtnisses. — Aus allen diesen merkwürdigen Erscheinungen brauchen wir keine Mystik des Unbewussten zu schöpfen. Ein über das Individuum hinausreichendes Gedächtniss (in der oben bezeichneten erweiterten Bedeutung) macht sie verständlich. Eine Psychologie in Spencer-Darwin'schem Sinne auf Entwicklungslehre gegründet, aber auf positiver Detailforschung fussend, verspricht reichere Resultate als alle bisherigen Speculationen. — Meine Beobachtungen und Betrachtungen waren längst angestellt und niedergeschrieben, als Schneider's werthvolle Schrift („Der thierische Wille", Leipzig 1880) erschien, die viele ähnliche enthält. Den Detailausführungen Schneider's, soweit dieselben nicht durch Lloyd Morgan's Versuche problematisch werden, muss ich fast durchaus zustimmen, wenngleich seine naturwissenschaftlichen Grundanschauungen (das Verhältniss von Empfindung und physikalischem Process, die Bedeutung der Arterhaltung u. s. w. betreffend) von den meinigen wesentlich verschieden sind, und obgleich ich z. B. auch die Unterscheidung von Empfindungs- und Wahrnehmungstrieben für ganz überflüssig halte. — Eine wichtige Umgestaltung unserer Anschauungen über die Vererbung dürfte durch Weismann's Schrift (Ueber die Vererbung, Jena 1883) eingeleitet sein. Weismann hält die Vererbung durch Uebung erworbener Eigenschaften für höchst unwahrscheinlich und sieht das wichtige Moment in der zufälligen Variation der Keimesanlagen und der Auslese der Keimesanlagen. Wie man sich auch zu Weismann's Ausführungen stellen mag, jedenfalls kann die durch ihn angeregte Discussion zur Klärung der Fragen nur beitragen. Der fast mathematischen Schärfe und Tiefe seiner Problemstellung wird man gewiss nicht die Anerkennung versagen, und seinen Argumenten nicht die

Kraft absprechen können. Die Bemerkung z. B. gibt sehr zu denken, dass die eigenthümlichen, ungewöhnlichen, scheinbar auf Gebrauch und Anpassung zurückzuführenden Formen der geschlechtslosen Ameisen, welche zudem von der Form ihrer fortpflanzungsfähigen Genossen so sehr abweichen, nicht auf einer Vererbung durch Uebung erworbener Eigenschaften beruhen können. Dass die Keimesanlagen selbst sich durch äussere Einflüsse ändern können, scheint aber doch durch die Bildung neuer Racen, welche sich als solche erhalten, ihre Raceneigenschaften vererben, und die selbst wieder unter anderen Umständen einer Umbildung fähig sind, deutlich hervorzugehen. Auf das Keimplasma muss also doch auch der dasselbe umschliessende Leib Einfluss nehmen (wie Weismann selbst zugibt). Somit ist ein Einfluss des individuellen Lebens auf die Nachkommen doch nicht auszuschliessen, wenn auch eine directe Uebertragung der Resultate der Uebung des Individuums auf die Descendenten (nach Weismann's Darlegung) nicht mehr erwartet werden kann. — Wenn man sich vorstellt, dass die Keimesanlagen zufällig variiren, so ist zu bedenken, dass der Zufall kein Actionsprincip ist. Wenn ganz gesetzmässig wirksame periodische Umstände verschiedener Art und Periodicität zusammentreffen, so überdecken sich dieselben derart, dass man im Einzelnen kein Gesetz mehr wahrnimmt. Dennoch äussert sich das Gesetz im Verlauf eines längeren Zeitraumes und erlaubt uns auf gewisse Mittelwerthe, Wahrscheinlichkeiten der Effecte zu rechnen [1]). Ohne ein solches Actionsprincip hat die Wahrscheinlichkeit, der Zufall, gar keinen Sinn. Welches Actionsprincip sollte aber auf die Variation der Keimesanlagen mehr Einfluss üben als der Elternleib? — Ich für meine Person kann mir nicht vorstellen, dass die Art dem Einflusse variirender Umstände unterliegen sollte, welche gleichwohl nicht am Individuum angreifen würden. Meine eigene Variation wird mir aber zudem

---

1) Vorlesungen über Psychophysik. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. Wien 1863, S. 148, 168, 169.

gewiss, durch jeden Gedanken, jede Erinnerung, jede Erfahrung, welche ja mein ganzes physisches Verhalten ändern[1]).

Obwohl es kaum nöthig ist, möchte ich noch ausdrücklich hinzufügen, dass ich die Entwicklungslehre in jeder Form als eine modificirbare, zu verschärfende naturwissenschaftliche Arbeitshypothese betrachte, deren Werth so weit reicht, als dieselbe das provisorische Verständniss des in der Erfahrung Gegebenen erleichtert. Für mich, der den gewaltigen Aufschwung aller Forschung, nicht nur der biologischen, durch Darwin miterlebt hat, ist dieser Werth allerdings ein sehr grosser. Ich rechte nicht mit jenen, für welche derselbe sehr gering ist. Auf die Nothwendigkeit, mit schärferen, durch das Studium der biologischen Thatsachen an sich gewonnenen Begriffen vorzugehen, habe ich schon 1883 und 1886 hingewiesen[2]). Ich stehe also Forschungen, wie jenen Driesch's, keineswegs verständnisslos gegenüber. Ob aber Driesch's Kritik[3]) meines Verhaltens gegenüber der Entwicklungslehre gerechtfertigt ist, überlasse ich jenen zu beurtheilen, welche sich die Mühe nehmen, trotz dieser Kritik, doch noch meine Ausführungen zu lesen.

10.

Teleologische Betrachtungen haben wir als Hilfsmittel der Forschung keineswegs zu scheuen. Gewiss wird uns das Thatsächliche nicht verständlicher durch Zurückführung desselben auf einen selbst problematischen unbekannten „Weltzweck“, oder den ebenso problematischen Zweck eines Lebewesens. Allein die Frage, welchen Werth diese oder jene Function für das thatsächliche Bestehen des Organismus hat, oder was sie zu der Erhaltung desselben beiträgt, kann das Verständniss dieser Function selbst fördern[4]). Deshalb dürfen wir natürlich noch

---

1) Populär-wissenschaftliche Vorlesungen, 3. Aufl. 1903, S. 260, 261.

2) Vgl. Populär-wissensch. Vorlesungen, S. 244 f. und Analyse d. Empf., 1886, S. 34 f.

3) Driesch, Die organischen Regulationen, 1901, S. 165 f.

4) Solche teleologische Betrachtungen sind mir oft nützlich und aufklärend gewesen. Die Bemerkung z. B., dass ein sichtbares Object bei wechselnder Be-

nicht glauben, dass wir, wie manche Darwinianer sich ausdrücken, eine Function „mechanisch erklärt“ haben, wenn wir erkennen, dass sie für das Bestehen der Art nothwendig ist. Darwin selbst ist von dieser kurzsichtigen Auffassung wohl vollkommen frei. Durch welche physikalische Mittel die Function sich entwickelt, bleibt noch immer ein physikalisches, und wie und warum sich der Organismus anpassen will, ein psychologisches Problem. Die Erhaltung der Art ist überhaupt nur ein thatsächlicher werthvoller Anhaltspunkt für die Forschung, keineswegs aber das Letzte und Höchste. Arten sind ja wirklich zu Grunde gegangen, und neue wohl ebenso zweiffellos entstanden.

---

leuchtungsintensität nur dann als dasselbe wiedererkannt werden kann, wenn die ausgelöste Empfindung von dem Verhältniss der Beleuchtungsintensitäten des Objectes und der Umgebung abhängt, macht eine ganze Reihe organischer Eigenschaften des Auges verständlich. Man versteht durch dieselbe auch, wie der Organismus sich im Interesse seines Bestehens der bezeichneten Forderung anpassen und sich darauf einrichten musste, Lichtintensitätsverhältnisse zu empfinden. Das sogenannte Weber'sche Gesetz oder die Fechner'sche psychophysische Fundamentalformel erscheint demnach nicht als etwas Fundamentales, sondern als erklärbares Ergebniss organischer Einrichtungen. Natürlich ist damit der Glaube an die Allgemeingültigkeit dieses Gesetzes aufgegeben. Ich habe die betreffenden Ausführungen in verschiedenen Abhandlungen gegeben (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 52, Jahrg. 1865, Vierteljahrschrift für Psychiatrie. Neuwied und Leipzig 1868, Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 57, Jahrg. 1868). In der letzterwähnten Abhandlung habe ich von der Annahme des Parallelismus zwischen Psychischem und Physischem, oder, wie ich damals mich ausdrückte, von der Proportionalität zwischen Reiz und Empfindung ausgehend, die Fechner'sche Maassformel (das Logarithmusgesetz) fallen gelassen und eine andere Auffassung der Fundamentalformel angenommen, deren Giltigkeit für die Lichtempfindung ich nicht bestritten habe. Dies geht aus der daselbst befindlichen mathematischen Entwicklung unzweifelhaft hervor. Man kann also nicht sagen, wie es Hering gethan hat, dass ich überall auf dem psychophysischen Gesetz fusse, sofern man unter diesem die Maassformel versteht. Wie hätte ich auch die Proportionalität von Reiz und Empfindung zugleich mit der logarithmischen Abhängigkeit festhalten können? Mir war es genügend, meine Meinung deutlich zu machen; die Fechner'sche eingehend zu kritisiren und zu bekämpfen, hatte ich aus vielen naheliegenden Gründen kein Bedürfniss. Genau genommen, halte ich auch den Ausdruck Proportionalität für unzutreffend, da von einer eigentlichen Messung der Empfindung doch nicht die Rede sein kann, sondern höchstens von einer genauen Charakterisirung und Inventarisirung durch Zahlen. Vergl. „Principien der Wärmelehre“, S. 56, was über die Bezeichnung der Wärmezustände gesagt ist.

Der lustsuchende und schmerzmeidende Wille[1]) muss also wohl weiter reichen als an die Erhaltung der Art. Er erhält die Art, wenn es sich lohnt, er vernichtet sie, wenn ihr Bestand sich nicht mehr lohnt. Wäre er nur auf die Erhaltung der Art gerichtet, so bewegte er sich, alle Individuen und sich selbst betrügend, ziellos in einem fehlerhaften Cirkel. Dies wäre das biologische Seitenstück des berüchtigten physikalischen „perpetuum mobile". Derselben Verkehrtheit machen sich jene Staatsmänner schuldig, welche den Staat als Selbstzweck ansehen.

---

1) Man kann den Schopenhauer'schen Gedanken der Beziehung von Willen und Kraft ganz wohl annehmen, ohne in beiden etwas Metaphysisches zu sehen.

V. Physik und Biologie. Causalität und Teleologie.

1.

Verschiedene Wissensgebiete entwickeln sich oft lange Zeit neben einander, ohne dass eines auf das andere Einfluss nimmt. Gelegentlich können sie aber wieder in engern Contact treten, wenn bemerkt wird, dass die Lehren des einen durch jene des andern eine unerwartete Aufklärung erfahren. Dann zeigt sich sogar das natürliche Bestreben, das erstere Gebiet ganz in dem letzteren aufgehen zu lassen[1]. Der Zeit der Hoffnungsfreudigkeit, der Ueberschätzung dieser vermeintlich alles aufklärenden Beziehung folgt aber bald eine Periode der Enttäuschung und abermaligen Trennung dieser Gebiete, in welcher wieder jedes seine eigenen Ziele verfolgt, seine besonderen Fragen stellt und seine eigenthümlichen Methoden anwendet. Jeder solche zeitweilige Contact hinterlässt bleibende Spuren. Ausser dem positiven Wissensgewinn, welcher nicht zu unterschätzen ist, wird aber durch die zeitweilige Beziehung verschiedener Gebiete eine Metamorphose der Begriffe eingeleitet, wodurch diese geklärt und über das Gebiet ihrer Entstehung hinaus anwendbar werden.

2.

Wir befinden uns nun in einer solchen Periode mannigfaltiger Beziehungen, und die eingeleitete Gährung der Begriffe bietet recht merkwürdige Erscheinungen dar. Während manche Physiker die physikalischen Begriffe psychologisch, logisch und mathematisch zu säubern bestrebt sind, finden sich andere Physiker hiedurch beunruhigt und treten, philosophischer als die

1) Vergl. W. Pauli, Physikalisch-chemische Methoden in der Medicin. Wien 1900. — Daselbst wird eine verwandte, enger begrenzte, Frage behandelt.

Philosophen, für die von diesen vielfach schon aufgegebenen alten metaphysischen Begriffe ein. Philosophen, Psychologen, Biologen, und Chemiker wenden den Energiebegriff und andere physikalische Begriffe in so freier Weise auf die weitesten Gebiete an, wie dies der Physiker auf eigenem Gebiete kaum wagen würde. Man könnte fast sagen, die gewöhnlichen Rollen der Fächer seien vertauscht. Ob nun diese Bewegung theils positiven, theils negativen Erfolg hat, jedenfalls wird sich aus derselben eine präcisere Bestimmung der Begriffe, eine genauere Abgrenzung ihres Anwendungsbereiches, eine klarere Vorstellung von der Verschiedenheit und der Verwandtschaft der Methoden der genannten Gebiete ergeben.

3.

Uns handelt es sich hier insbesondere um die Beziehungen des physikalischen und biologischen Gebietes im weitesten Sinne. Schon Aristoteles unterschied wirkende Ursachen und Endursachen oder Zwecke. Es wurde nun vorausgesetzt, dass die Erscheinungen des ersteren Gebietes durchaus durch wirkende Ursachen, jene des letzteren aber auch durch Zwecke bestimmt seien. Die Beschleunigung eines Körpers z. B. ist nur durch die wirkenden Ursachen, durch die augenblicklichen Umstände, die Gegenwart anderer gravitirender, magnetischer oder elektrischer Körper bestimmt. Die Wachsthumsentwicklung eines Thieres oder einer Pflanze in ihren eigenthümlichen bestimmten Formen, oder die Instincthandlungen eines Thieres vermögen wir gegenwärtig aus den wirkenden Ursachen allein nicht abzuleiten, doch werden uns dieselben aus dem Zweck der Selbsterhaltung unter diesen besonderen Lebensumständen wenigstens theilweise verständlich. Welche theoretische Bedenken gegen die Anwendung des Zweckbegriffes in der Biologie man auch hegen möchte, gewiss wäre es verkehrt, auf einem Gebiete, wo die „causale“ Betrachtung noch so unvollkommene Aufklärungen gibt, die leitenden Fäden, welche die Zweckbetrachtung liefert, ungenützt liegen zu lassen. Ich weiss nicht, wodurch die Raupe

des Nachtpfauenauges gezwungen wird, einen Cocon mit einer nach aussen sich öffnenden Borstenklappe zu spinnen, aber ich sehe ein, dass gerade ein solcher Cocon dem Zwecke ihrer Lebenserhaltung entspricht. Ich bin weit davon entfernt, die vielen merkwürdigen Entwicklungserscheinungen und Instincthandlungen der Thiere, die schon Reimarus und Autenrieth beschrieben und studirt haben, „causal" zu verstehen, aber ich verstehe sie nach dem Zweck der Lebenserhaltung und unter ihren besonderen Lebensbedingungen. Jene Erscheinungen ziehen dadurch die Aufmerksamkeit auf sich und fügen sich dem Lebensbild des organischen Wesens als unverlierbare Bestandtheile ein, welches sich dadurch erst zu einem einheitlichen, zusammenhängenden Ganzen gestaltet. Reimarus und Autenrieth haben auf diesem Wege die Verwandtschaft zwischen den Wachsthumserscheinungen und den Instincterscheinungen schon erkannt. Aber erst in neuester Zeit sind, besonders durch die pflanzenphysiologischen Untersuchungen von Sachs und die thierphysiologischen Arbeiten von Loeb über Geotropismus, Heliotropismus, Stereotropismus u. s. w. die Beziehungen zwischen Wachsthum und Instinct wirklich aufgeklärt worden, und man fängt an, dieselben auch „causal" zu begreifen. Wie nützlich der Zweckbegriff der biologischen Forschung war, darüber kann dem Zeugniss der Geschichte gegenüber gar kein Streit sein. Man denke nur an Kepler's Untersuchung des Auges. Die Existenz der Accommodation war für ihn nach dem Zweck des Auges, der Thatsache des deutlichen Sehens in verschiedene Entfernungen, unzweifelhaft, die Vorgänge aber, welche die Accommodation bewirken, wurden erst dritthalb Jahrhunderte später wirklich enthüllt. Harvey gelangte zur Entdeckung der Blutbewegung, indem er sich den problematischen Zweck der Stellung der Herz- und Venenklappen klarmachen wollte.

4.

Wenn ein Gebiet von Thatsachen teleologisch auch vollkommen durchschaut ist, so bleibt das Bedürfniss nach dem „cau-

salen“ Verständniss dennoch bestehen. Der Glaube an eine gänzlich verschiedene Natur der beiden betrachteten Gebiete, vermöge welcher das eine überhaupt nur causal, das andere überhaupt nur teleologisch zu begreifen wäre, ist nicht gerechtfertigt. Der physikalische Thatsachenkomplex ist einfach, oder lässt sich wenigstens in vielen Fällen willkürlich (durch das Experiment) so einfach gestalten, dass die unmittelbaren Zusammenhänge sichtbar werden. Haben wir uns nun durch genügende Beschäftigung mit diesem Gebiete Begriffe von der Art dieser Zusammenhänge erworben, die wir für den Thatsachen allgemein entsprechend halten, so müssen wir mit logischer Nothwendigkeit erwarten, dass auch jede vorkommende Einzelthatsache diesen Begriffen entspricht. Hierin liegt aber keine Naturnothwendigkeit[1]). Das ist das „causale“ Verständniss. Der biologische Thatsachencomplex ist nun so zusammengesetzt, dass die unmittelbaren Zusammenhänge nicht übersehen werden. Deshalb begnügen wir uns, auffallende, nicht unmittelbar zusammenhängende Theile des Thatsachencomplexes als zusammenhängend hervorzuheben. Der an dem einfacheren Causalverhältniss geschulte Intellect findet nun in dem Fehlen der Zwischenglieder Schwierigkeiten, die er entweder nach Möglichkeit durch Aufsuchen dieser Zwischenglieder zu beheben sucht, oder er verfällt auf die Hypothese einer ganz neuen Art von Zusammenhängen. Letzteres ist unnöthig, wenn wir unsere Kenntnisse als unvollständig und provisorisch ansehen und bedenken, dass im physikalischen Gebiet ganz analoge Fälle vorkommen. Die antiken Forscher unterschieden auch nicht so genau zwischen beiden Gebieten. Aristoteles lässt z. B. die schweren Körper ihren Ort suchen; Heron glaubt, dass die Natur aus Ersparungsrücksichten das Licht auf den kürzesten Wegen und in der kürzesten Zeit führe, u. s. w. Diese Forscher zogen keine so scharfe Grenze zwischen dem Physikalischen und Biologischen. Durch eine unscheinbare Wendung des Gedankens kann man

1) Principien der Wärmelehre. 2. Aufl., Leipzig 1900, S. 434, 457.

übrigens jede teleologische Frage so formuliren, dass der Zweckbegriff ganz aus dem Spiel bleibt. Das Auge sieht in verschiedenen Entfernungen deutlich: dessen dioptrischer Apparat muss also veränderlich sein; worin besteht diese Veränderung? Herz- und Venenklappen öffnen sich alle in demselben Sinne; nur einsinnige Blutbewegung ist unter diesen Umständen möglich. Ist sie vorhanden? Die moderne Entwicklungslehre hat sich diese nüchterne Denkweise angeeignet. Selbst in hoch entwickelten Partien der Physik finden wir andererseits Ueberlegungen, welche mit jenen der biologischen Wissenschaften sehr verwandt sind. Wir untersuchen z. B. die stehenden Schwingungen, welche unter gegebenen Verhältnissen möglich sind, d. h. sich erhalten können. Die Art, wie dieselben aber entstehen, ist uns durchaus noch nicht genau bekannt. Die Lichtbewegung auf den kürzesten Wegen erklären wir durch eine Auslese der wirksamen Wege. Die Denkweise des Chemikers steht zuweilen jener des Biologen noch viel näher. Alle möglichen Verbindungen bilden sich nach seiner Auffassung in einer Lösung, die unlöslichen aber, welche neuen Angriffen stärker widerstehen, tragen über die anderen den Sieg davon, und bleiben übrig. Es scheint also zunächst noch keine Nöthigung zu bestehen, einen tiefgehenden Unterschied zwischen teleologischer und causaler Untersuchung anzunehmen. Die erstere ist einfach eine vorläufige.

5.

Um dies noch näher zu begründen, gehen wir nochmals auf die Vorstellungen von der Causalität ein. Die alte, hergebrachte Vorstellung von der Causalität ist etwas ungelenkig: einer Dosis Ursache folgt eine Dosis Wirkung. Es spricht sich hierin eine Art primitiver, pharmaceutischer Weltanschauung aus, wie in der Lehre von den vier Elementen. Schon durch das Wort Ursache wird dies deutlich. Die Zusammenhänge in der Natur sind selten so einfach, dass man in einem gegebenen Falle eine Ursache und eine Wirkung angeben könnte. Ich habe deshalb schon vor

langer Zeit versucht, den Ursachenbegriff durch den mathematischen Functionsbegriff zu ersetzen: Abhängigkeit der Erscheinungen von einander, genauer: Abhängigkeit der Merkmale der Erscheinungen von einander[1]). Dieser Begriff ist einer beliebigen Erweiterung und Einschränkung fähig, je nach der Forderung der untersuchten Thatsachen. Die gegen denselben erhobenen Bedenken möchten also wohl zu beseitigen sein[2]). Betrachten wir als einfaches Beispiel das Verhalten gravitirender Massen. Tritt einer Masse A eine Masse B gegenüber, so folgt hierauf eine Bewegung von A gegen B hin. Dies ist die alte Formel. Genauer betrachtet, zeigt sich aber, dass die Massen A, B, C, D . . an einander gegenseitig Beschleunigungen bestimmen, welche also mit der Setzung der Massen zugleich gegeben sind. Die Beschleunigungen geben die Geschwindigkeiten an, welche in einer künftigen Zeit erreicht sein werden. Es sind hiedurch nun auch die Lagen von A, B, C, D . . . für jede Zeit bestimmt. Das physikalische Maass der Zeit gründet sich aber wieder auf Raummessung (Drehung der Erde). Es ergibt sich also schliesslich Abhängigkeit der Lagen von einander. Schon in diesem einfachsten Falle vermag also die alte Formel die Mannigfaltigkeit der Beziehungen, welche in der Natur bestehen, nicht zu fassen. So kommt auch in andern Fällen alles auf gegenseitige Abhängigkeit hinaus, über deren Form selbstverständlich von vornherein gar nichts ausgesagt werden kann, da hierüber nur die Specialforschung zu entscheiden hat. Eine gegenseitige Abhängigkeit lässt Veränderung

---

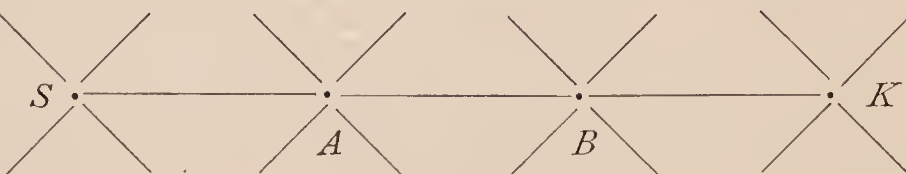
1) Die Geschichte und die Wurzel des Satzes der Erhaltung der Arbeit. Prag, Calve, 1872.

2) Solche Einwendungen wurden erhoben von Külpe, „Ueber die Beziehungen zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen“ (Zeitschr. für Hypnotismus, Bd. 7, S. 97), ferner von Cossmann, „Empirische Teleologie“. Stuttgart 1899, S. 22. Ich glaube nicht, dass meine Auffassung von jener Cossmann's so sehr abweicht, dass eine Verständigung nicht möglich wäre. Bei längerer Erwägung würde Cossmann wahrscheinlich erkannt haben, dass ich den Functionsbegriff an die Stelle des alten Causalitätsbegriffes gesetzt habe, und dass dieser auch für jene Fälle genügt, welche er im Auge hat. Gegen die „empirische Teleologie“ habe ich übrigens nichts einzuwenden. Vgl. auch C. Hauptmann, Die Metaphysik in der Physiologie. Dresden 1893.

nur zu, wenn irgend eine Gruppe der in Beziehung stehenden Stücke als unabhängig variabel betrachtet werden kann. Deshalb ist es zwar möglich, das Weltbild in wissenschaftlich bestimmter Weise im Einzelnen zu ergänzen, wenn ein ausreichender Theil desselben gegeben ist; wo aber die ganze Welt hinaus will, kann wissenschaftlich nicht ermittelt werden.

Wenn ein (etwa durch Centralkräfte) gut definirtes mechanisches System in seinen Lagen und Geschwindigkeiten gegeben ist, so ist dessen Configuration als Function der Zeit bestimmt. Man kennt dieselbe zu einer beliebigen Zeit vor und nach der Anfangszeit, kann also voraus und rückwärts prophezeien. Dies gilt in beiden Fällen nur, wenn Störungen von aussen nicht eintreten, das System also in gewissem Sinne als ein für sich abgeschlossenes angesehen werden kann. Als ganz von der übrigen Welt isolirt kann man jedoch kein System auffassen, da die Bestimmung der Zeit, demnach auch der Geschwindigkeiten, die Abhängigkeit von einem Parameter voraussetzt, der durch den zurückgelegten Weg eines ausserhalb des Systems liegenden Körpers (Planeten) bestimmt wird. Die thatsächliche Abhängigkeit, wenn auch nicht die unmittelbare Abhängigkeit aller Vorgänge von der Lage eines Weltkörpers verbürgt uns den Zusammenhang der ganzen Welt. Analoge Ueberlegungen gelten für ein beliebiges physikalisches System, wenn man dasselbe auch nicht als ein mechanisches auffasst. Alle genau und klar erkannten Abhängigkeiten lassen sich als gegenseitige Simultanbeziehungen ansehen.

Betrachten wir im Gegensatz hierzu die populären Begriffe Ursache und Wirkung. Die Sonne, S, Fig. 1 b, bestrahle einen in irgend einem Medium eingetauchten Körper K. Dann ist die Sonne oder die Sonnenwärme die Ursache der Erwärmung des Körpers K, welche regelmässig auf die Bestrahlung folgt. Andererseits kann der Körper K oder dessen Temperaturänderung nicht als Ursache



Figur 1b.

der Temperaturänderung der Sonne angesehen werden, wie es allerdings der Fall wäre, wenn S und K allein in unmittelbarer Wechselbeziehung stünden. Die beiden Aenderungen wären dann simultan und würden sich gegenseitig bestimmen. Es liegt dies also an den Zwischengliedern, den Elementen A, B des Mediums, welche nicht nur an K, sondern auch an andern Elementen Aenderungen bestimmen und von letzteren Bestimmungen erfahren. K steht ebenso mit unzähligen Elementen in Wechselbeziehung, und nur ein verschwindender Theil seiner Strahlung gelangt zur Sonne zurück. An analogen Umständen liegt es, dass ein Körper auf die Netzhaut ein Bild wirft, eine Gesichtsempfindung auslöst, und dass von dieser eine Erinnerung zurückbleibt, während durch die Erinnerung nicht das Netzhautbild oder gar der ganze Körper restituirt wird. Darin liegt für mich der Vorzug des Functionsbegriffes vor dem Ursachenbegriff, dass ersterer zur Schärfe drängt, und dass demselben die Unvollständigkeit, Unbestimmtheit und Einseitigkeit des letzteren nicht anhaftet. Der Begriff Ursache ist in der That ein primitiver vorläufiger Nothbehelf. Ich meine, das muss jeder moderne Naturforscher fühlen, der z. B. die Mill'schen Ausführungen über die Methoden der experimentellen Forschung in Augenschein nimmt. Er würde beim Versuch der Anwendung nicht über das Vorläufigste hinauskommen. — Man kann zwischen räumlich und zeitlich sehr weit Abliegendem functionale Beziehungen vermuthen, von der Gegenwart aus in die ferne Zukunft oder Vergangenheit zu prophezeien versuchen, und kann darin Glück haben. Der Gedanke wird aber auf desto weniger sicherer Basis ruhen, je grösser die Entfernung ist. Deshalb ist es unbeschadet der Grösse des Newton-schen Gedankens der Fernwirkung ein so wichtiger Fortschritt der modernen Physik, dass sie, wo sie es kann, die Berücksichtigung der räumlichen und zeitlichen Continuität fordert.

6.

Es möchte demnach scheinen, dass man mit dem Functionsbegriff sowohl im physikalischen als im biologischen Ge-

biet auskommen, und dass derselbe allen Forderungen entsprechen könnte. Der sehr verschiedene Anblick, welchen die beiden Gebiete zeigen, braucht uns nicht abzuschrecken. Ganz nahe verwandte Gruppen von physikalischen Erscheinungen, wie die Reibungselektricität und die galvanische Elektricität sehen so verschieden aus, dass man von vornherein kaum eine Zurückführung beider auf dieselben Grundthatsachen erwarten möchte. Die magnetischen und chemischen Erscheinungen, welche im ersteren Gebiete kaum merklich sind, und dort schwerlich hätten entdeckt werden können, treten im letzteren gewaltig hervor, während umgekehrt die ponderomotorischen und Spannungserscheinungen nur im ersteren Gebiete sich leicht und ungesucht darbieten. Bekannt ist aber, wie sehr beide Gebiete sich gegenseitig ergänzen und aufklären. Ist man doch daran, die chemische Natur der Reibungselektricität durch die galvanische Elektricität zu enthüllen. Ein analoges Verhältniss besteht wohl auch zwischen dem physikalischen und biologischen Gebiet. Beide enthalten wohl dieselben Grundthatsachen; manche Seiten derselben äussern sich aber nur in dem einen, manche nur in dem andern merklich, so dass nicht nur die Physik der Biologie, sondern auch die letztere der erstern hilfreich und aufklärend zur Seite stehen kann. Den unbezweifelten Leistungen der Physik in der Biologie stehen ebenso andere Fälle gegenüber, in welchen erst die Biologie neue physikalische Thatsachen ans Licht gefördert hat (Galvanismus, Pfeffer'sche Zelle u. s. w.). Die Physik wird in der Biologie viel mehr leisten, wenn sie erst noch durch die letztere gewachsen sein wird.

7.

Wer nur mit physikalischen Betrachtungen vertraut in das Gebiet der Biologie kommt und nun vernimmt, dass einem Thier eigenthümliche Organe wachsen, welche es erst in einem spätern Lebensstadium zu zweckmässiger Verwendung bereit findet, dass es Instincthandlungen ausführt, die es nicht gelernt haben kann, und die erst dem künftigen Geschlecht zu Gute

kommen, dass es sich in seiner Färbung der Umgebung anpasst, um möglichen künftigen Feinden zu entgehen, kann in der That leicht zur Annahme ganz besonderer hier wirksamer Factoren gelangen. Diese räthselhafte Fernwirkung der Zukunft kann schon deshalb nicht mit einer physikalischen Beziehung parallelisirt werden, weil sie nicht ausnahmslos exact besteht, denn viele Organismen bereiten sich für ein späteres Lebensstadium vor, gehen aber zu Grunde, ohne dasselbe zu erreichen. Man wird nicht etwas, das für uns selbst nicht oder nur mangelhaft bestimmt ist, als bestimmend für ein Gegenwärtiges, uns vor Augen Liegendes ansehen wollen. Bedenken wir aber, dass die Vorgänge im Leben der Generationen periodisch wiederkehren, so sehen wir, dass die Auffassung eines bestimmten Lebensstadiums als eines Zukünftigen und Fernwirkenden etwas willkürlich und gewagt ist, und dass dasselbe auch als ein Vergangenes der Vorfahren, als ein Gegebenes, welches Spuren zurückgelassen hat, angesehen werden kann, wobei das ungewohnte Unbegreifliche sich sehr vermindert. Es ist dann nicht eine mögliche Zukunft, die wirken könnte, sondern eine gewiss unzählige Mal dagewesene Vergangenheit, die gewiss gewirkt hat.

Um Beispiele dafür anzuführen, dass die Physik die Fähigkeit besitzt, an der Lösung scheinbar specifisch biologischer Fragen wirksam mitzuarbeiten, gedenken wir des merkwürdigen Aufschwungs der experimentellen Embryologie, der Entwicklungsmechanik mit ihren physikalisch-chemischen Methoden. Sehr bemerkenswerth ist auch O. Wiener's Nachweis des wahrscheinlichen Zusammenhanges der Farbenphotographie und der Farbenanpassung in der Natur[1]. Ausser der Schichtenbildung eines lichtempfindlichen Mediums durch stehende Lichtwellen, welche die Farbe des beleuchtenden Lichtes als Interferenzfarbe wiedergibt, kann eine der Beleuchtung entsprechende Färbung noch auf eine andere Art entstehen. Es gibt lichtempfindliche

---

1) O. Wiener, Farbenphotographie und Farbenanpassung in der Natur. Wiedemann's Annalen, Bd. 55 (1895), S. 225.

Stoffe, die fast jede Färbung annehmen können. Werden dieselben farbiger Beleuchtung ausgesetzt, so behalten sie die Farbe der Beleuchtung, weil sie nun die Strahlen derselben Farbe nicht absorbiren und folglich nicht weiter der Veränderung durch das Licht unterliegen. Nach Poulton's[1]) Beobachtungen ist es wahrscheinlich, dass viele Anpassungsfarben von Schmetterlingspuppen auf diese Art entstehen. In solchen Fällen ist also das wirksame Mittel nicht weit von dem „Zweck" zu suchen, welcher erreicht wird. Sagen wir nüchtern: Der Gleichgewichtszustand ist durch die Umstände bestimmt, unter welchen derselbe erreicht wird.

8.

Die Begriffe „wirkende Ursache" und „Zweck" stammen ursprünglich beide von animistischen Vorstellungen ab, wie man an dem Beispiel der antiken Forschung noch ganz deutlich sieht. Gewiss wird der Wilde über seine eigenen spontanen, ihm natürlich und selbstverständlich scheinenden Bewegungen sich nicht den Kopf zerbrechen. Sobald er aber unerwartete auffallende Bewegungen in der Natur wahrnimmt, setzt er dieselben instinctiv mit seinen eigenen in Analogie. Es leuchtet ihm hierdurch der Gedanke des eigenen und fremden Willens auf[2]). Nach und nach treten abwechselnd die Aehnlichkeiten und Unterschiede der physikalischen und biologischen Vorgänge mit dem Grundschema der Willenshandlung immer deutlicher hervor, und hiemit gestalten sich die Begriffe schärfer. In der bewussten Willenshandlung fallen Ursache und Zweck noch zusammen. Die grosse Einfachheit, die Berechenbarkeit der phy-

---

1) Poulton, The Colours of Animals. London 1890.

2) Ich setzte meinem etwa 3-jährigen Jungen eine Holtz'sche Elektrisirmaschine in Gang, und er erfreute sich an dem Funkenspiel derselben. Als ich aber die Maschine losliess und dieselbe weiterrotirte, zog er sich furchtsam zurück und hielt sie augenscheinlich für belebt. „Sie läuft allein"! rief er betroffen und ängstlich. Vielleicht verhalten sich Hunde, die jedem bewegten Wagen bellend nachlaufen, ähnlich. Ich erinnere mich, dass ich im Alter von etwa 3 Jahren erschrak, als die elastische Samenkapsel einer Balsamine beim Drücken sich öffnete und meinen Finger umfasste. Dieselbe erschien mir belebt, als ein Thier.

sikalischen Vorgänge drängt in Bezug auf diese die animistische Auffassung immer mehr zurück. Der Begriff Ursache geht allmälig durch ungelenkige Formen in den Begriff der Abhängigkeit, in den Functionsbegriff über. Nur für die Erscheinungen des organischen Lebens, welche der animistischen Auffassung weniger widerstreben, wird der Zweckbegriff, die Ansicht des zielbewussten Handelns, noch aufrecht erhalten, und wo letzteres dem organischen Wesen selbst nicht zugemuthet werden kann, denkt man sich ein anderes über demselben schwebendes, zielstrebiges Wesen (Natur u. s. w.), durch welches ersteres geleitet wird.

Der Animismus (Anthropomorphismus) ist an sich kein erkenntnisstheoretischer Fehler, es müsste denn jede Analogie ein solcher sein. Der Fehler liegt nur in der Anwendung dieser Ansicht in Fällen, in welchen die Prämissen dafür fehlen oder nicht zureichen. Die Natur, welche den Menschen bildet, hat Analoges von niederer und zweifellos auch höherer Entwicklung reichlich erzeugt.

Wenn an einem unorganischen oder auch an einem organischen Körper irgend ein Vorgang eintritt, der durch die augenblicklichen Umstände vollkommen bestimmt ist, und welcher ohne weitere Folgen auf sich selbst beschränkt bleibt, so werden wir kaum von Zweck sprechen. So, wenn durch einen Reiz Lichtempfindung oder Muskelzuckung erregt wird. Wenn aber der hungrige Frosch nach der gesehenen Mücke schnappt, dieselbe verschlingt und verdaut, so ist der Gedanke einer Zweckhandlung natürlich. In der Auslösung der organischen Functionen durcheinander, in deren Zusammenhang, in der Nichtbeschränkung auf das Unmittelbare, in dem Umwege liegt erst die Zweckmässigkeit. In dem Organischen wird ein weit grösserer Ausschnitt des Weltgeschehens, der Einfluss einer grösseren räumlichen und zeitlichen Umgebung sichtbar. Daher ist es schwerer zu durchschauen. Das wirkliche Verständniss ergibt sich aber doch immer erst, wenn es gelingt, den Complex in die unmittelbar zusammenhängenden Glieder aufzulösen. Daher sind

die eigenartigen Züge des Organischen als provisorische Leitfäden aufzufassen. In dieser Ansicht werde ich gerade durch die Lectüre neuerer biologischer Schriften (Driesch, Reinke u. A.), wenn auch vielleicht gegen die Tendenz der Verfasser, nur noch bestärkt.

9.

Jeder Organismus und die Theile desselben unterliegen den physikalischen Gesetzen. Daher das berechtigte Bestreben, denselben nach und nach physikalisch zu begreifen und die „causale“ Betrachtung allein zur Geltung zu bringen. Versucht man aber dies, so stösst man immer auf ganz eigenthümliche Züge des Organischen, für welche sich in den bisher durchschauten physikalischen Erscheinungen (der „leblosen“ Natur) keine Analogie darbietet. Ein Organismus ist ein System, das seine Beschaffenheit (chemischen, Wärmezustand u. s. w.) gegen äussere Einflüsse zu erhalten vermag, das einen dynamischen Gleichgewichtszustand von beträchtlicher Stabilität darbietet[1]). Der Organismus vermag durch Aufwand von Energie aus der Umgebung andere Energie an sich zu ziehen, welche jenen Verlust ersetzt oder überbietet[2]). Eine Dampfmaschine, die ihre Kohle selbst herbeischafft und sich selbst heizt, ist nur ein schlechtes künstliches Bild des Organismus. Der Organismus besitzt diese Eigenschaften in sehr kleinen Theilen und regenerirt sich aus diesen, d. h. er wächst und pflanzt sich fort. Die Physik wird also aus dem Studium des Organischen an sich noch sehr viel neue Einsicht schöpfen müssen, bevor sie auch das Organische bewältigen kann[3]).

Das beste physikalische Bild für den Lebensprocess bietet noch ein Brand, oder ein ähnlicher Vorgang, der sich von selbst auf die Umgebung überträgt. Der Brand erhält sich selbst, schafft sich die Verbrennungstemperatur, bringt benachbarte Körper auf diese Temperatur und zieht sie dadurch in den Process,

---

1) Hering, Vorgänge in der lebendigen Substanz. Lotos, Prag 1888.
2) Hirth, Energetische Epigenesis. München 1898, S. X, XI.
3) Hering, Zur Theorie der Nerventhätigkeit. Leipzig 1899.

assimilirt und wächst, breitet sich aus, pflanzt sich fort. Ist doch das thierische Leben selbst nur ein Brennen unter complicirteren Umständen.

10.

Vergleichen wir unsere Willenshandlung mit einer an uns selbst beobachteten, zu unserer eigenen Ueberraschung eintretenden Reflexbewegung, oder mit der Reflexbewegung eines Thieres. In den beiden letzteren Fällen werden wir die Neigung verspüren, den ganzen Vorgang als durch die augenblicklichen Umstände im Organismus physikalisch bestimmt anzusehen. Was wir Willen nennen, ist nun nichts anderes, als die Gesammtheit der theilweise bewussten und mit Voraussicht des Erfolges verbundenen Bedingungen einer Bewegung. Analysiren wir diese Bedingungen, soweit sie ins Bewusstsein fallen, so finden wir nichts als die Erinnerungsspuren früherer Erlebnisse und deren Verbindung (Association). Es scheint, dass die Aufbewahrung solcher Spuren und deren Verbindungen eine Grundfunction der Elementarorganismen ist, wenngleich wir da nicht mehr von einem Bewusstsein, von einer Einordnung in ein System von Erinnerungen sprechen können.

Könnte man Gedächtniss und Association im weiteren Hering'schen Sinne als Grundeigenschaften der Elementarorganismen ansehen, so würde die Anpassung verständlich [1]). Was sich begünstigt, trifft öfter zusammen als im Verhältniss der zusammengesetzten Wahrscheinlichkeit, und bleibt associirt. Gegenwart der Nahrung, Sättigungsgefühl und Schlingbewegung bleiben verbunden. Dass in der Ontogenie gekürzt die Phylogenie wiederholt wird, wäre eine Parallele zu der bekannten Erscheinung, dass Gedanken mit Vorliebe auf den einmal eingeschlagenen Wegen wiederkehren, und unter ähnlichen Verhältnissen auch ähnlich wieder entstehen. In der That entwickelt sich jeder Organismus

---

1) Hering, Ueber das Gedächtniss als allgemeine Function der organisirten Materie. Wien 1870.

embryonal und auch später unter sehr ähnlichen Verhältnissen. Was nun physikalisch dem Gedächtniss und der Association entspricht, wissen wir nicht. Alle Erklärungsversuche sind sehr gewaltsame. Es scheint da fast keine Analogie zwischen Organischem und Unorganischem zu bestehen. In der Sinnesphysiologie können aber vielleicht die psychologische und physikalische Beobachtung bis zu gegenseitiger Berührung vordringen, und uns so neue Thatsachen zur Kenntniss bringen [1]). Aus dieser Untersuchung wird kein Dualismus hervorgehen, sondern eine Wissenschaft, welche Organisches und Unorganisches umfasst, und die den beiden Gebieten gemeinsamen Thatsachen darstellt.

1) Die erste schüchterne Andeutung dieses Gedankens, noch in Fechner'scher Färbung, habe ich gegeben: Compendium der Physik für Mediciner, 1863, S. 234.



VI. Die Raumempfindungen des Auges.

1.

Der Baum mit seinem grauen harten rauhen Stamm, den vielen im Winde bewegten Zweigen, mit den glatten, glänzenden weichen Blättern erscheint uns zunächst als ein untrennbares Ganze. Ebenso halten wir die süsse runde gelbe Frucht, das helle warme Feuer mit seinen mannigfaltig bewegten Zungen für ein Ding. Ein Name bezeichnet das Ganze, ein Wort zieht wie an einem Faden alle zusammengehörigen Erinnerungen auf einmal aus der Tiefe der Vergessenheit hervor.

Das Spiegelbild des Baumes, der Frucht, des Feuers ist sichtbar, aber nicht greifbar. Bei abgewendetem Blick oder geschlossenen Augen können wir den Baum tasten, die Frucht schmecken, das Feuer fühlen, aber nicht sehen. So trennt sich das scheinbar einheitliche Ding in Theile, welche nicht nur aneinander, sondern auch an andern Bedingungen haften. Das Sichtbare trennt sich von dem Tastbaren, Schmeckbaren u. s. w.

Auch das bloss Sichtbare erscheint uns zunächst als ein Ding. Wir können aber eine gelbe runde Frucht neben einer gelben sternförmigen Blüthe sehen. Eine zweite Frucht kann ebenso rund sein als die erste, sie ist aber grün oder roth. Zwei Dinge können von gleicher Farbe aber ungleicher Gestalt sein; sie können von verschiedener Farbe und gleicher Gestalt sein. Hierdurch theilen sich die Gesichtsempfindungen in Farbenempfindungen und Raumempfindungen, die wohl von einander unterschieden, wenn auch nicht von einander isolirt dargestellt werden können.

2.

Die Farbenempfindung, auf welche wir hier nicht näher eingehen, ist im Wesentlichen eine Empfindung der günstigen oder ungünstigen chemischen Lebensbedingungen. In der Anpassung an diese möchte sich die Farbenempfindung entwickeln und modificiren [1]). Das Licht leitet das organische Leben ein. Das grüne Chlorophyll und das (complementär) rothe Hämoglobin spielen in dem chemischen Process des Pflanzenleibes und dem chemischen Gegenprocess des Thierleibes eine hervor-

1) Vergl. Grant Allen, „Der Farbensinn". Leipzig 1880. Der Versuch von H. Magnus, eine bedeutende Entwicklung des Farbensinns in historischen Zeiten nachzuweisen, muss wohl als ein nicht glücklicher bezeichnet werden. Gleich nach dem Erscheinen der Schriften von Magnus correspondirte ich mit einem Philologen, Herrn Prof. F. Polle in Dresden über dieses Thema, und wir kamen beide alsbald zur Ueberzeugung, dass die Ansichten von Magnus weder vor einer naturwissenschaftlichen noch vor einer philologischen Kritik Stand halten. Da Jeder dem Andern die Publication der Resultate vorschob, so kam es zu einer Publication nicht. Die Sache ist übrigens einstweilen von E. Krause und eingehend von A. Marty erledigt worden. Ich erlaube mir hier nur kurz folgende Bemerkungen. Aus dem Mangel der Bezeichnung darf man nicht auf das Fehlen der Betreffenden Empfindungsqualität schliessen. Die Bezeichnungen sind auch heute noch unscharf, verschwommen, mangelhaft und gering an der Zahl, wo eben das Bedürfniss einer scharfen Sonderung nicht vorhanden ist. Die Farbenbezeichnung des heutigen Landmannes und seine Bezeichnung der Empfindungen überhaupt ist nicht entwickelter als jene der griechischen Dichter. Die Bauern im Marchfelde sagen z. B., wie ich selbst oft gehört habe, dass das Kochsalz „sauer" sei, weil ihnen der Ausdruck „salzig" nicht geläufig ist. Die Farbenbezeichnung muss man nicht bei Dichtern, sondern in technischen Schriften suchen. Dann darf man aber nicht, wie es Herr Magnus thut, und wie mein College Benndorf bemerkt hat, etwa die Aufzählung der Vasenpigmente für eine Aufzählung sämmtlicher Farben halten. Betrachten wir noch die Polychromie der alten Aegypter und Pompejaner, ziehen wir in Erwägung, dass diese Malereien doch kaum von Farbenblinden herrühren können, bemerken wir, dass etwa 70 Jahre nach Vergil's Tode Pompeji verschüttet wurde, während Vergil noch beinahe farbenblind gewesen sein soll, so ergibt sich hieraus wohl genügend die Unhaltbarkeit der ganzen Anschauung. Noch in einer andern Richtung muss man mit Anwendungen der Darwin'schen Theorie vorsichtig sein. Wir lieben es, uns einen Zustand ohne Farbensinn oder mit geringem Farbensinn einem andern mit hoch entwickeltem Farbensinn vorausgehend zu denken. Es ist eben dem Lernenden natürlich, vom Einfachern zum Zusammengesetzten fortzuschreiten. Die Natur braucht nicht denselben Weg zu gehn. Der Farbensinn ist da, und er ist wohl variabel. Ob er reicher oder ärmer wird? Wer kann das wissen? Ist es nicht möglich, dass mit dem Erwachen der Intelligenz und der Anwendung künstlicher Mittel die ganze Entwicklung sich auf den Verstand wirft, der ja von da an hauptsächlich in Anspruch genommen wird, und dass die Entwicklung der niederen Organe des Menschen in den Hintergrund tritt?

ragende Rolle. Beide Stoffe treten uns modificirt in dem mannigfaltigsten Farbenkleide entgegen. Die Entdeckung des Sehpurpurs, die Erfahrungen der Photographie und Photochemie lassen auch die Sehvorgänge als chemische Vorgänge auffassen. Die Rolle, welche die Farbe in der analytischen Chemie, bei der Spectralanalyse, in der Krystallphysik spielt, ist bekannt. Sie legt den Gedanken nahe, die sogenannten Lichtschwingungen nicht als mechanische, sondern als chemische Schwingungen aufzufassen, als eine wechselnde Verbindung und Trennung, als einen oscillatorischen Process von der Art, wie er bei photochemischen Vorgängen nur in einer Richtung eingeleitet wird. — Diese Anschauung, welche durch die neueren Untersuchungen über anomale Dispersion wesentlich unterstützt wird, kommt der elektromagnetischen Lichttheorie entgegen. Auch von dem elektrischen Strom gibt ja die Chemie die fassbarste Vorstellung im Falle der Elektrolyse, wenn sie beide Bestandtheile der Elektrolyten als im entgegengesetzten Sinne durcheinander hindurchwandernd ansieht. So dürften also in einer künftigen Farbenlehre viele biologisch-psychologische und chemisch-physikalische Fäden zusammenlaufen.

3.

Die Anpassung an die chemischen Lebensbedingungen, welche sich durch die Farbe kundgeben, erfordert Locomotion in viel ausgiebigerem Maasse, als die Anpassung an jene, die durch Geschmack und Geruch sich äussern. Wenigstens beim Menschen, über den allein wir ein directes und sicheres Urtheil haben, und um den es sich hier handelt, ist es so. Die enge Verknüpfung (eines mechanischen Momentes) der Raumempfindung mit (einem chemischen Moment) der Farbenempfindung wird hierdurch verständlich. Auf die Analyse der optischen Raumempfindungen wollen wir zunächst eingehen.

4.

Wenn wir zwei gleiche verschiedenfarbige Gestalten, z. B. zwei gleiche verschiedenfarbige Buchstaben, betrachten, so er-

kennen wir die gleiche Form trotz der Verschiedenheit der Farbenempfindung auf den ersten Blick. Die Gesichtswahrnehmungen müssen also gleiche Empfindungsbestandtheile enthalten. Diese sind eben die (in beiden Fällen gleichen) Raumempfindungen.



Fig. 2.

5.

Wir wollen nun untersuchen, welcher Art die Raumempfindungen sind, welche physiologisch das Wiedererkennen einer Gestalt bedingen. Zunächst ist klar, dass dieses Wiedererkennen nicht durch geometrische Ueberlegungen herbeigeführt wird, welche nicht Empfindungs-, sondern Verstandessache sind. Vielmehr dienen die betreffenden Raumempfindungen aller Geometrie zum Ausgangspunkt und zur Grundlage. Zwei Gestalten können geometrisch congruent, physiologisch aber ganz ver-

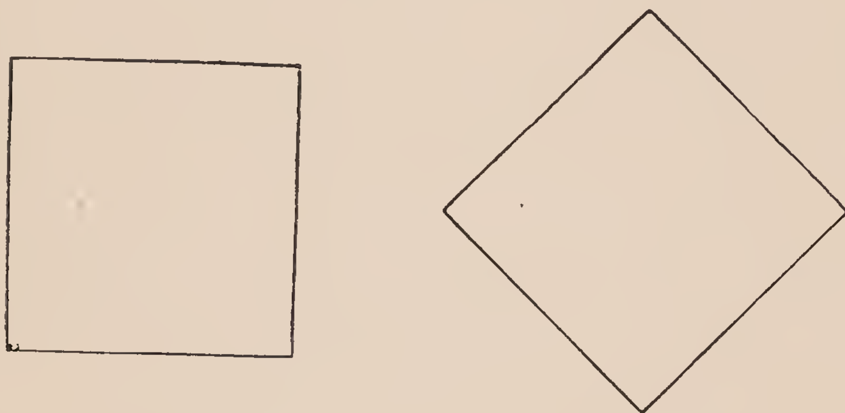


Fig. 3.

schieden sein, wie dies die beiden obenstehenden Quadrate veranschaulichen, welche ohne mechanische und intellectuelle Operationen niemals als gleich erkannt werden können[1]. Um uns die hieher gehörigen Verhältnisse geläufig zu machen, stellen wir einige recht einfache Versuche an. Wir betrachten einen ganz beliebigen Fleck (Fig. 4). Stellen wir denselben Fleck zweimal oder mehrmal in gleicher



Fig. 4.

1) Vgl. meine kleine Abhandlung „Ueber das Sehen von Lagen und Winkeln". Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 43, Jahrg. 1861, S. 215.

Orientirung in eine Reihe, so bedingt dies einen eigenthümlichen angenehmen Eindruck, und wir erkennen ohne Schwierigkeit auf



Figur 5.

den ersten Blick die Gleichheit aller Gestalten (Fig. 5). Die Formgleichheit wird aber ohne intellectuelle Mittel nicht mehr erkannt, wenn wir den einen Fleck gegen den andern genügend verdrehen (Fig. 6). Eine auffallende Verwandtschaft beider Formen wird dafür bemerklich, wenn man dem Fleck einen zweiten in Bezug auf die Medianebene des Beobachters symmetrischen hinzufügt (Fig. 7). Nur durch Drehung der Figur oder durch intellectuelle Operationen erkennt man aber die Formverwandtschaft, wenn die Symmetrieebene bedeutend, z. B. wie in Fig. 8 von der Medianebene des Beobachters abweicht. Dagegen wird die Formverwandtschaft wieder merklich, wenn man dem Fleck denselben Fleck, um 180° in der eigenen Ebene gedreht, hinzufügt (Fig. 9). Es entsteht auf diese Weise die sogenannte centrische Symmetrie.



Figur 6.



Figur 7.

Verkleinern wir nun alle Dimensionen des Fleckes in demselben Verhältniss, so erhalten wir einen geometrisch ähnlichen Fleck. Allein so wenig das geometrisch Congruente auch schon physiologisch (optisch) congruent, das geometrisch Symmetrische optisch symmetrisch ist, so wenig ist das geometrisch Aehnliche auch schon optisch ähnlich. Wenn der geometrisch ähnliche Fleck neben den andern in gleicher Orientirung gesetzt wird, so erscheinen beide auch optisch ähnlich (Fig. 10). Eine Verdrehung des einen Fleckes hebt diese Aehnlichkeit wieder auf



Figur 8.



Figur 9.

(Fig. 11). Setzt man statt des einen Fleckes den in Bezug auf die Medianebene des Beobachters symmetrischen, so entsteht eine symmetrische Aehnlichkeit, welche auch einen optischen Werth hat (Fig. 12). Auch die Drehung der einen Figur um 180° in ihrer Ebene, wobei die centrisch-symmetrische Aehnlichkeit entsteht, hat noch einen physiologisch-optischen Werth (Fig. 13).



Figur 10.



Figur 11.



Figur 12.



Figur 13.

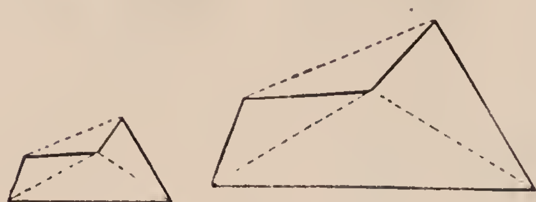
6.

Worin besteht nun das Wesen der optischen Aehnlichkeit gegenüber der geometrischen Aehnlichkeit? In geometrisch ähnlichen Gebilden sind alle homologen Entfernungen proportionirt. Das ist aber Verstandessache und nicht Sache der Empfindung. Wenn wir einem Dreiecke mit den Seiten a, b, c ein anderes mit den Seiten 2 a, 2 b, 2 c gegenüberstellen, so erkennen wir diese einfache Beziehung nicht unmittelbar, sondern intellectuell durch Abmessung. Soll die Aehnlichkeit auch optisch hervortreten, so muss noch die richtige Orientirung hinzukommen. Dass eine einfache Beziehung zweier Objecte für den Verstand nicht auch eine Aehnlichkeit der Empfindung bedingt, sehen wir, wenn wir die Dreiecke mit den Seiten a, b, c und a + m, b + m, c + m vergleichen. Beide Dreiecke sehen einander keineswegs ähnlich. Ebenso sehen nicht alle Kegelschnitte einander ähnlich, obgleich alle in einer einfachen geometrischen Verwandtschaft stehen; noch weniger zeigen die Curven dritter Ordnung unter einander eine optische Aehnlichkeit, u. s. w.

7.

Die geometrische Aehnlichkeit zweier Gebilde ist bestimmt dadurch, dass alle homologen Entfernungen proportionirt, oder dadurch, dass alle homologen Winkel gleich sind. Optisch ähnlich werden die Gebilde erst, wenn sie auch ähnlich liegen, wenn

also alle homologen Richtungen parallel, oder wie wir vorziehen wollen zu sagen, gleich sind (Fig. 14). Die Wichtigkeit der Richtung für die Empfindung geht schon aus der aufmerksamen Betrachtung der Figur 3 hervor. Die Gleichheit der Richtungen ist es also, wodurch die gleichen Raumempfindungen bedingt sind, welche die physiologisch-optische Aehnlichkeit der Gestalten charakterisiren[1]),



Figur 14.

Die physiologische Bedeutung der Richtung einer betrachteten Geraden oder eines Curvenelementes können wir uns noch durch folgende Betrachtung vermitteln. Es sei $y = f(x)$ die Gleichung einer ebenen Curve. Durch den blossen Anblick können wir den Verlauf der Werthe von $\frac{dy}{dx}$ an der Curve absehen, denn dieselben sind durch deren Steigung bestimmt, und auch über die Werthe von $\frac{d^2y}{dx^2}$ gibt das Auge qualitativen Aufschluss, denn sie sind durch die Krümmung der Curve charakterisirt. Es liegt die Frage nahe, warum man über die Werthe von $\frac{d^3y}{dx^3}, \frac{d^4y}{dx^4}$ u. s. w. nicht ebenso unmittelbar etwas aussagen kann? Die Antwort ist einfach. Man sieht natürlich nicht die Differentialquotienten, welche Verstandessache sind, sondern man sieht die Richtung der Curvenelemente und die Abweichung der Richtung eines Elementes von jener eines andern.

---

1) Vor etwa 37 Jahren brachte ich in einer Gesellschaft von Physikern und Physiologen die Frage zur Sprache, woran es liege, dass geometrisch ähnliche Gebilde auch optisch ähnlich seien. Ich weiss mich ganz wohl zu erinnern, dass man diese Frage nicht nur überflüssig, sondern sogar auch komisch fand. Nichtsdestoweniger bin ich heute noch so wie damals überzeugt, dass diese Frage das ganze Problem des Gestaltensehens einschliesst. Dass ein Problem nicht gelöst werden kann, welches gar nicht als solches anerkannt wird, ist klar. In dieser Nichtanerkennung spricht sich aber meines Erachtens jene einseitig mathematisch-physikalische Gedankenrichtung aus, durch die es allein erklärlich wird, dass man z. B. den Hering'schen Ausführungen so vielfach, und so lange, Opposition statt freudiger Zustimmung entgegengebracht hat.

Da man nun die Aehnlichkeit ähnlich liegender Gebilde unmittelbar erkennt, und auch den Specialfall der Congruenz von einem andern ohne weiters zu unterscheiden vermag, so geben uns also unsere Raumempfindungen Aufschluss über Gleichheit oder Ungleichheit der Richtungen und über Gleichheit oder Ungleichheit der Abmessungen.

8.

Dass die Raumempfindungen mit dem motorischen Apparat der Augen irgendwie zusammenhängen, hat von vornherein eine hohe Wahrscheinlichkeit. Ohne noch auf die Einzelheiten näher einzugehen, bemerken wir zunächst, dass der ganze Augenapparat, und insbesondere der motorische Apparat in Bezug auf die Medianebene des Kopfes symmetrisch ist. Dementsprechend werden auch mit symmetrischen Blickbewegungen gleiche oder doch fast gleiche Raumempfindungen verbunden sein. Kinder verwechseln fortwährend die Buchstaben *b* und *d*, *p* und *q*. Auch Erwachsene merken eine Umkehrung von rechts nach links nicht leicht, wenn nicht besondere sinnliche oder intellectuelle Anhaltspunkte dieselbe bemerklich machen. Der motorische Apparat der Augen ist von sehr vollkommener Symmetrie. Für sich allein würde die gleiche Erregung seiner symmetrischen Organe die Unterscheidung von rechts und links kaum ermöglichen. Allein der ganze Menschenleib, und insbesondere das Hirn, ist mit einer geringen Asymmetrie behaftet, welche z. B. dazu führt, die eine (gewöhnlich die rechte) Hand bei motorischen Functionen zu bevorzugen. Dies führt wieder zu einer weitern und bessern Entwicklung der rechtsseitigen motorischen Functionen und zu einer Modification der zugehörigen Empfindungen. Haben sich einmal beim Schreiben die Raumempfindungen des Auges mit den motorischen Empfindungen der rechten Hand verknüpft, so tritt eine Verwechslung jener vertical-symmetrischen Gestalten, auf welche sich die Schreibefertigkeit und Schreibegewohnheit erstreckt, nicht mehr ein. Diese Verknüpfung kann sogar so stark werden, dass die Erinnerungen nur in den gewohnten

Bahnen ablaufen, und dass man z. B. Spiegelschrift nur mit der grössten Schwierigkeit liest. Die Verwechslung von rechts und links kommt aber immer noch vor in Bezug auf Gestalten, die ein rein optisches (z. B. ornamentales), kein motorisches Interesse haben. Eine merkliche Differenz zwischen rechts und links müssen übrigens auch die Thiere empfinden, da sie in vielen wichtigen Fällen sich nur hiedurch orientiren können. Wie ähnlich übrigens die Empfindungen sind, welche an symmetrische motorische Functionen geknüpft sind, darüber kann sich der aufmerksame Beobachter leicht belehren. Wenn ich z. B., weil meine rechte Hand zufällig beschäftigt ist, mit der linken Hand eine Mikrometerschraube oder einen Schlüssel anfasse, so drehe ich (ohne vorausgegangene Ueberlegung) sicherlich verkehrt, d. h. ich führe die symmetrische Bewegung zu der gewohnten aus, indem ich beide wegen der Aehnlichkeit der Empfindung verwechsle. Die Beobachtungen von Heidenhain über die Spiegelschrift halbseitig Hypnotisirter gehören auch hieher.

9.

Der Gedanke, dass die Unterscheidung von rechts und links auf einer Asymmetrie, und in letzter Linie möglicher Weise auf einer chemischen Verschiedenheit beruhe, verfolgt mich seit meiner Jugend; ich habe denselben schon bei Gelegenheit meiner ersten Vorlesungen ausgesprochen (1861). Seither hat sich derselbe wiederholt hervorgedrängt. Von einem alten Officier erfuhr ich gelegentlich, dass Truppen in dunkler Nacht, im Schneegestöber, wenn äussere Anhaltspunkte fehlen, in der Meinung, geradlinig in einer Richtung zu marschiren, sich annähernd in einem Kreise von grossem Radius bewegen, so dass sie fast auf den Ausgangsort zurückkommen. In Tolstoi's Erzählung „Herr und Diener“ wird von einer analogen Erscheinung berichtet. Diese Phänomene sind wohl nur durch eine geringe motorische Asymmetrie verständlich. Sie sind analog dem Rollen eines vom Cylinder wenig abweichenden Kegels in einem Kreis von grossem

Radius. In der That hat F. O. Guldberg[1]), der über die hieher gehörigen Erscheinungen an verirrten Menschen und Thieren eingehende Untersuchungen angestellt hat, die Sache so aufgefasst. Desorientirte Menschen und Thiere bewegen sich ausnahmslos nahezu in Kreisen, deren Radien nach der Species variiren, während der Mittelpunkt, je nach dem Individuum und der Species, bald auf der rechten, bald auf der linken Seite des die Kreisbahn durchlaufenden Individuums liegt. Guldberg sieht hierin auch eine teleologische Einrichtung zum Wiederfinden der pflegebedürftigen Jungen. Versuche an niederen Thieren, bei welchen letzteres Moment wegfällt, wären daher von Interesse. Unvollkommene Symmetrie wird man übrigens schon aus allgemeinen Wahrscheinlichkeitsgründen auch bei niederen Thieren erwarten.

Auch Loeb's[2]) Untersuchungen „Ueber den Fühlraum der Hand" haben nebst anderen Ergebnissen gelehrt, dass eine gegebene Bewegung der rechten Hand (bei verbundenen Augen) mit der linken nachgeahmt, je nach dem Individuum, constant vergrössert oder verkleinert wiedergegeben wird. Loeb glaubt aus Regenerationserscheinungen schliessen zu dürfen, dass der Unterschied zwischen rechts und links ein specifischer ist. Ich kann aber versichern, dass ich denselben ebenfalls nicht als einen bloss geometrischen und quantitativ motorischen aufgefasst habe.

10.

Mit dem Blick nach oben und dem Blick nach unten sind grundverschiedene Raumempfindungen verbunden, wie dies die gewöhnlichste Erfahrung lehrt. Das ist auch verständlich, weil der motorische Augenapparat in Bezug auf eine horizontale Ebene unsymmetrisch ist. Die Richtung der Schwere ist auch für den übrigen motorischen Apparat viel zu maassgebend und

1) F. O. Guldberg, Die Circularbewegung. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 25, 1897, S. 419. — Herr Dr. W. Pauli hat mich im Gespräche auf diese Arbeit aufmerksam gemacht.

2) Loeb, Ueber den Fühlraum der Hand. Pflüger's Archiv, Bd. 41 u. 46.

wichtig, so dass dieser Umstand auch in dem Apparat des Auges, welcher dem übrigen dient, wohl seinen Ausdruck finden muss. Dass die Symmetrie einer Landschaft und ihres Spiegelbildes im Wasser gar nicht empfunden wird, ist bekannt. Das von oben nach unten umgekehrte Portrait einer bekannten Persönlichkeit ist fremd und räthselhaft für jeden, der nicht durch intellectuelle Anhaltspunkte sie erkennt. Wenn man sich hinter den Kopf einer auf einem Ruhebette liegenden Person stellt, und ohne Speculation sich dem Eindrucke des Gesichtes ganz hingibt (namentlich wenn die Person spricht), so ist derselbe ein durchaus fremdartiger. Die Buchstaben *b* und *p*, ferner *d* und *q* werden auch von Kindern nicht verwechselt.

Unsere bisherigen Bemerkungen über Symmetrie, Aehnlichkeit u. s. w. gelten natürlich nicht nur für ebene, sondern auch für räumliche Gebilde. Dementsprechend haben wir noch über die Raumempfindung der Tiefe eine Bemerkung hinzuzufügen. Der Blick in die Ferne und der Blick in die Nähe bedingt verschiedene Empfindungen. Sie dürfen auch nicht verwechselt werden, weil der Unterschied von nah und fern für Mensch und Thier zu wichtig ist. Sie können nicht verwechselt werden, weil der motorische Apparat der Augen unsymmetrisch ist in Bezug auf eine Ebene, welche auf der Richtung vorn-hinten senkrecht steht. Die Erfahrung, dass die Büste einer bekannten Persönlichkeit nicht durch die Matrize dieser Büste ersetzt werden kann, ist ganz analog den Beobachtungen bei Umkehrungen von oben nach unten.

11.

Wenn gleiche Abmessungen und gleiche Richtungen gleiche Raumempfindungen, zur Medianebene des Kopfes symmetrische Richtungen ähnliche Raumempfindungen auslösen, so werden hierdurch die oben berührten Thatsachen sehr verständlich. Die Gerade hat in allen Elementen dieselbe Richtung und löst überall einerlei Raumempfindungen aus. Darin

liegt ihr ästhetischer Vorzug. Ausserdem treten noch Gerade, welche in der Medianebene liegen oder zu derselben senkrecht stehen, in eigenthümlicher Weise hervor, indem sie sich bei dieser Symmetrielage zu beiden Hälften des Sehapparates gleich verhalten. Jede andere Stellung der Geraden wird als eine „Schiefstellung" empfunden, als eine Abweichung von der Symmetriestellung.

Die Wiederholung desselben Raumgebildes in gleicher Orientirung bedingt Wiederholung derselben Raumempfindungen. Alle Verbindungslinien homologer ausgezeichneter (auffallender) Punkte haben die gleiche Richtung und lösen dieselbe Empfindung aus. Auch bei Nebeneinanderstellung bloss geometrisch ähnlicher Gebilde in gleicher Orientirung bleibt dies Verhältniss bestehen. Nur die Gleichheit der Abmessungen geht verloren. Bei Störung der Orientirung ist aber auch dies Verhältniss und hiermit der einheitliche (ästhetische) Eindruck gestört.

Bei einem in Bezug auf die Medianebene symmetrischen Gebilde treten an die Stelle der gleichen Raumempfindungen die ähnlichen, welche den symmetrischen Richtungen entsprechen. Die rechte Hälfte des Gebildes steht zur rechten Hälfte des Sehapparates in demselben Verhältniss, wie die linke Hälfte des Gebildes zur linken Hälfte des Sehapparates. Lässt man die Gleichheit der Abmessungen fallen, so wird noch die symmetrische Aehnlichkeit empfunden. Schiefstellung der Symmetrieebene stört das ganze Verhältniss.

Stellt man neben ein Gebilde dasselbe Gebilde, aber um 180^0 gedreht, so entsteht die centrische Symmetrie. Verbindet man nämlich zwei Paare homologer Punkte, so schneiden sich die Verbindungslinien in einem Punkte O, durch welchen als Halbirungspunkt alle Verbindungslinien homologer Punkte hindurchgehen. Auch im Falle der centrischen Symmetrie sind alle homologen Verbindungslinien gleich gerichtet, was angenehm empfunden wird. Geht die Gleichheit der Abmessungen verloren, so bleibt noch die centrisch symmetrische Aehnlichkeit für die Empfindung übrig.

Die Regelmässigkeit scheint der Symmetrie gegenüber keinen eigenthümlichen physiologischen Werth zu haben. Der Werth der Regelmässigkeit dürfte vielmehr nur in der vielfachen Symmetrie liegen, welche nicht bloss bei einer Stellung merklich wird.

12.

Die Richtigkeit der gegebenen Ausführungen wird sehr fühlbar, wenn man das Werk von Owen Jones (Grammar of Ornament, London 1865) durchblättert. Fast auf jeder Tafel wird man die verschiedenen Arten der Symmetrie als Belege für die gewonnenen Anschauungen wiederfinden. Die Ornamentik, welche, wie die reine Instrumentalmusik, keinen Nebenzweck verfolgt, sondern nur dem Vergnügen an der Form (und Farbe) dient, liefert am besten die Thatsachen für die vorliegenden Studien. Die Schrift wird durch andere Rücksichten als jene der Schönheit beherrscht. Gleichwohl findet man z. B. unter den 24 grossen lateinischen Buchstaben 10 vertical symmetrische (A, H, I, M, O, T, V, W, X, Y), fünf horizontal symmetrische (B, C, D, E, K), drei centrisch symmetrische (N, S, Z) und nur sechs unsymmetrische (F, G, L, P, Q, R).

Das Studium der Entwicklung der primitiven Kunst ist für die uns beschäftigenden Fragen sehr lehrreich. Der Charakter dieser Kunst ist bestimmt: durch die Naturobjecte, welche sich der Nachahmung darbieten, durch den Grad der mechanischen Geschicklichkeit, und endlich durch das Streben, die Wiederholung in ihren verschiedenen Formen zur Anwendung zu bringen [1]).

13.

Die ästhetische Bedeutung der hier besprochenen Thatsachen habe ich schon in älteren Schriften kurz dargelegt. Aus-

---

1) Alfred C. Haddon, Evolution in art.: as illustrated by the life-histories of designs. London 1895.

führlich darüber zu handeln, lag nicht in meinem Plan. Ich kann jedoch nicht unerwähnt lassen, dass der verstorbene Physiker J. L. Soret[1]) in Genf in einem schönen 1892 erschienenen Buch dies gethan hat, als dessen Vorläufer ein 1866 von ihm auf der schweizer Naturforscherversammlung gehaltener Vortrag anzusehen ist. Soret knüpft an Helmholtz an, ohne, wie es scheint, meine Ausführungen zu kennen. Die physiologische Seite der Frage wird von ihm nicht weiter erörtert, dagegen sind die Ausführungen über Aesthetik sehr reich und durch ansprechende Beispiele belegt. Soret betrachtet die ästhetische Wirkung der Symmetrie, der Wiederholung, der Aehnlichkeit und der Continuität, welche letztere er als einen Fall der Wiederholung ansieht. Kleinere Abweichungen von der Symmetrie können nach seiner Auffassung durch die eingeführte Mannigfaltigkeit und das hiemit verbundene intellectuelle ästhetische Vergnügen für den Ausfall des sinnlichen Vergnügens reichlich entschädigen. Dies wird an Ornamenten und den Sculpturen gothischer Dome erläutert. Dieses intellectuelle Vergnügen wird auch durch die virtuelle (potentielle) Symmetrie ausgelöst, welche man an unsymmetrischen Stellungen der symmetrischen menschlichen Figur oder anderer Gebilde wahrnimmt. Diese Betrachtungen wendet er übrigens nicht bloss auf optische Fälle an, sondern dehnt sie auf alle Gebiete aus, wie ich es ebenfalls gethan habe. Er berücksichtigt den Rhythmus, die Musik, die Bewegungen, den Tanz, die Naturschönheiten und sogar die Litteratur. Von besonderem Interesse sind Soret's Beobachtungen über Blinde, zu welchen ihm das Asyl von Lausanne Gelegenheit bot. Blinde erfreuen sich der periodischen Wiederholung derselben Formen an tastbaren Gegenständen, haben einen entschiedenen Sinn für Symmetrie der Formen. Auffallende Störungen derselben sind ihnen unangenehm und erscheinen ihnen zuweilen komisch. Ein Blinder, welche seine Studien an einer grossen Reliefkarte von

1) J. L. Soret, Sur les conditions physiques de la perception du beau. Genève 1892.

Europa gemacht hatte, erkannte diesen Erdtheil vermöge der geometrischen Aehnlichkeit, als er denselben in verkleinertem Maassstab als Theil einer grösseren Reliefkarte fand. Das symmetrische Tastorgan, die beiden Arme und Hände, sind ja analog angelegt, wie das Sehorgan. Die Uebereinstimmung darf uns also nicht wundern. Dieselbe hat schon auf die antiken Forscher, nicht minder auf die modernen (Descartes) gewirkt, und auch manche nicht eben glückliche Ideen erzeugt, die zum Theil noch fortwirken. Weniger gelungen scheint das Kapitel über Litteratur in dem Soret'schen Buche. An Metrum, Reim u. s. w. zeigen sich ja ähnliche Erscheinungen, wie in den vorher behandelten Gebieten. Wenn aber Soret z. B. die Wirkung der sechsmal wiederkehrenden Phrase: „Que diable allait il faire sur cette galère“ in dem bekannten Molière'schen Stück [1]) mit der Wiederholung eines ornamentalen Motivs in Parallele setzt, so wird er wohl wenig Zustimmung finden. Die Wiederholung wirkt hier gewiss nicht als solche, sondern durch successive Steigerung eines komischen Gegensatzes, nur intellectuell.

Ich möchte hier noch auf die kürzlich erschienene Arbeit von Arnold Emch: Mathematical principles of esthetic forms (the Monist, October 1900) aufmerksam machen. Emch gibt anziehende Beispiele, in welchen eine Reihe von Formen durch Befolgen desselben geometrischen Princips zu einem ästhetischen Eindruck zusammenwirkt. Er verfolgt denselben Gedanken, den ich in meiner Vorlesung von 1871 berührt habe, dass eine Production nach einer festen Regel ästhetisch wirkt. (Populär-wissenschaftliche Vorlesungen, Leipzig, 3. Aufl. 1903, S. 102.) Ich habe aber zugleich hervorgehoben und möchte es hier nochmals thun, dass die Regel als Verstandesangelegenheit an sich keinen ästhetischen Effect hat, sondern nur die hiedurch bedingte Wiederholung desselben sinnlichen Motivs.

---

1) Les fourberies de Scapin.

14.

Es sei hier nochmals hervorgehoben, dass geometrische und physiologische Eigenschaften eines Raumgebildes scharf zu scheiden sind. Die physiologischen Eigenschaften sind durch geometrische mitbestimmt, aber nicht allein durch diese bestimmt. Dagegen haben physiologische Eigenschaften höchst wahrscheinlich die erste Anregung zu geometrischen Untersuchungen gegeben. Die Gerade ist wohl nicht durch ihre Eigenschaft, die Kürzeste zwischen zwei Punkten zu sein, sondern zuerst durch ihre physiologische Einfachheit aufgefallen. Auch die Ebene hat, neben ihren geometrischen Eigenschaften, einen besondern physiologisch-optischen (ästhetischen) Werth, durch welchen sie auffällt, wie dies noch ausgeführt werden soll. Die Theilung der Ebene und des Raumes nach rechten Winkeln hat nicht nur den Vorzug der gleichen Theile, welche hierbei entstehen, sondern auch noch einen besondern Symmetriewerth. Der Umstand, dass congruente und ähnliche geometrische Gebilde in eine Orientirung gebracht werden können, in welcher ihre Verwandtschaft physiologisch auffällt, hat ohne Zweifel bewirkt, dass diese Arten der geometrischen Verwandtschaft früher untersucht worden sind, als minder auffällige, wie Affinität, Collineation und andere. Ohne Zusammenwirken der sinnlichen Anschauung und des Verstandes ist eine wissenschaftliche Geometrie nicht denkbar. H. Hankel hat aber in seiner „Geschichte der Mathematik" (Leipzig 1874) sehr schön ausgeführt, dass in der griechischen Geometrie das Verstandesmoment, in der indischen hingegen das sinnliche Moment bedeutend überwiegt. Die Inder verwenden das Princip der Symmetrie und der Aehnlichkeit (a. a. O. S. 206) in einer Allgemeinheit, welche den Griechen vollkommen fremd ist. Der Vorschlag Hankel's, die Schärfe der griechischen Methode mit der Anschaulichkeit der indischen zu einer neuen Darstellungsweise zu verbinden, ist sehr beherzigenswerth. Man brauchte übrigens hierin nur den Anregungen von Newton und Joh. Bernoulli zu folgen, welche das Princip der Aehnlich-

keit selbst in der Mechanik in noch allgemeinerer Weise verwendet haben. Welche Vortheile auf dem letzteren Gebiete das Princip der Symmetrie bietet, habe ich an einem andern Orte vielfach ausgeführt[1]).

1) Weniger vollständige Ausführungen der Hauptgedanken dieses Kapitels habe ich gegeben in der citirten Abhandlung „Ueber das Sehen von Lagen und Winkeln" (1861), ferner in Fichte's Zeitschrift für Philosophie, Bd. 46, Jahrg. 1865, S. 5 und „Gestalten der Flüssigkeit. Die Symmetrie", Prag 1872. (Die drei letzten Artikel sind abgedruckt in den „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen", Leipzig, 3. Aufl., 1903.) In Bezug auf die Verwerthung des Principes der Symmetrie in der Mechanik vgl. meine Schrift: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung". Leipzig, Brockhaus, 1883, 4. Aufl. 1901.



VII. Weitere Untersuchung der Raumempfindungen [1]).

1.

Die Kenntniss des räumlichen Sehens hat im Verlauf des 19. Jahrhunderts wesentliche Fortschritte gemacht, nicht allein durch den Gewinn an positiver Einsicht, sondern auch durch die Beseitigung der in diesem Gebiete von verschiedenen Philosophen und Physikern, namentlich seit Descartes, angehäuften Vorurtheile, wodurch erst die für positive Entdeckungen nöthige Unbefangenheit gewonnen werden musste.

Johannes Müller [2]) schuf die Lehre von den specifischen Energien, und derselbe vertrat auch in sehr klarer Weise die Vorstellung von den identischen Netzhautstellen, welche sich übrigens in deutlichen Spuren und Anfängen bis auf Ptolemäus zurückverfolgen lässt. Nach seiner Ansicht, dass die Netzhaut in ihrer eigenen Thätigkeit sich selbst empfinde, ist ihm der „Sehraum" etwas unmittelbar Gegebenes. Im Sehfeld erscheint auch der eigene Leib. Alle Orientirungsfragen können nur auf

---

1) Der im vorigen Kapitel behandelte Stoff ist meines Wissens (drei kleine Arbeiten von mir selbst und die spätere von Soret abgerechnet) noch nicht besprochen worden. Die Erörterungen in diesem Kapitel aber gründen sich für mich auf jene des vorigen. Ich lege hier die Wege dar, auf welchen ich selbst zu Aufklärungen über die Raumempfindung gelangt bin, ohne etwas von dem in Anspruch zu nehmen, was von anderer Seite in dieser Richtung geleistet wurde und was namentlich in der Hering'schen Theorie enthalten ist. Die grosse hieher gehörige Litteratur ist mir auch zu unvollständig bekannt, um nach jeder Richtung hin genaue Nachweise zu geben. Denjenigen Punkt der Hering'schen Theorie, der mir der wichtigste scheint, werde ich übrigens besonders hervorheben.

2) Joh. Müller, Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes, 1826. — Handbuch der Physiologie, Bd. 2, 1840.

die Lage der Theile des Sehfeldes gegen einander Bezug haben Die Sehrichtung hängt nur von der Anordnung der empfindenden Netzhautstellen ab. Alle Projectionstheorien und Probleme des Aufrechtssehens entfallen. Die Schätzung der Entfernung des Gesehenen ist aber für Müller durchaus noch Sache des Verstandes.

Durch das von Wheatstone[1]) erfundene Stereoskop konnte man sich leicht überzeugen, dass nicht nur auf identische Netzhautstellen, sondern auch auf andere nicht zu sehr differente Stellen fallende Bilder unter Umständen einfach, und je nach der stereoskopischen Differenz in verschiedener Tiefe gesehen werden. Dies führte nun wieder zu Zweifeln an der Identitätslehre und begünstigte das Auftreten psychologischer Erklärungen des Tiefensehens. So entstand Brücke's Theorie des successiven Fixirens beim räumlichen Sehen, welche durch Dove's Stereoskopversuche bei Momentbeleuchtung wieder als unhaltbar erwiesen wurde.

Panum[2]) trat solchen Theorien durch gewichtige Ueberlegungen und trefflich ausgedachte Versuche entgegen. Gestützt auf die Phänomene des binocularen Wettstreites und die hervorragende Rolle der Conturen bei denselben, gelangt er zu der Ansicht, dass das Tiefensehen auf einer Wechselwirkung (Synergie) der beiden Netzhäute beruhe, dass die Tiefenempfindung eine angeborne specifische Energie sei. Je ähnlicher die beiden monocularen Bilder, namentlich die Conturen, in Form, Farbe und Lage sind, desto leichter verschmelzen sie zu einem binocularen Bilde, dessen Tiefe durch die stereoskopische Differenz bestimmt wird. Diese Tiefe entspricht aber, wie Panum noch meint, der durch die Projectionslinien gegebenen.

Am gründlichsten hat Hering[3]) mit alten Vorurtheilen aufgeräumt. Hering geht von der Ansicht aus, dass der uns

---

1) Wheatstone, Contributions to the theory of vision. Phil. Transact., 1838, 1852.

2) Panum, Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen, 1858.

3) Hering, Beiträge zur Physiologie, 1861—1865. — Archiv für Anatomie und Physiologie, 1864, 1865. — Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges, in Hermann's, Handbuch der Physiologie, Bd. III, 1, 1879.

unmittelbar gegebene Sehraum von unserem durch besondere Erfahrungen gewonnenen Raumbegriff durchaus zu unterscheiden sei. Wie er durch schlagende Experimente nachweist, ist die Richtung, in welcher wir ein Object sehen, von jener der Verbindungslinie zwischen Object und Netzhautbild, der Visirlinie oder Projectionslinie, verschieden. Dem Paar der Visirlinien der beiden Augen entspricht eine deren Winkel halbirende Sehrichtung, welche wir von dem Halbirungspunkte der Verbindungslinie beider Augen ausgehend zu denken haben. Um jede Beziehung auf den geometrischen Raum auszuschalten, können wir sagen: Die beiden Augen zusammen sehen dieselbe Breiten- und Höhenanordnung, welche ein einzelnes mitten zwischen denselben liegendes Auge sehen würde. Fixiren wir mit horizontalen Blicklinien und symmetrischer Convergenz einen Punkt auf der Fensterscheibe, so sehen wir diesen in der Medianebene, zugleich aber in derselben dahinter weit seitwärts abliegende Objecte. Auch bei schwacher Divergenz der Augenachsen sehen wir im stereoskopischen Versuch noch Objecte vor uns, während die Projectionsrichtungen überhaupt nicht mehr zu solchen führen, wenigstens keinen physikalischen oder physiologischen Sinn mehr haben. Auch die gesehenen Entfernungen stimmen nicht zu den Ergebnissen der Projectionslehre. Wenn wir bei horitalen Blicklinien durch den Müller'schen Horopterkreis verticale Fäden legen, so erscheint uns der so entstandene Cylinder als eine Ebene. Wir sehen nicht nur das Bild des fixirten Punktes (den „Kernpunkt"), sondern auch den Inbegriff aller sich auf identischen („correspondirenden") Stellen abbildender Punkte (die „Kernfläche") als eine in bestimmter Entfernung vor uns liegende Ebene. Diese und viele andere analoge Thatsachen sind nach der Projectionslehre ganz unverständlich. Das Raumsehen führt Hering auf ein einfaches Princip zurück. Identische („correspondirende") Netzhautstellen haben identische Höhen- und Breitenwerthe, symmetrische Netzhautstellen dagegen identische Tiefenwerthe, welche letztere von den Aussenseiten der Netzhäute nach innen zu wachsen.

Tritt wegen Aehnlichkeit der monocularen Bilder in Farbe, Form und Lage Verschmelzung derselben zu einem binocularen Bilde ein, so erhält dieses den Mittelwerth der Tiefenwerthe der Einzelbilder. Solche Mittelwerthe der Einzelbilder spielen überhaupt eine maassgebende Rolle, so auch bei den Sehrichtungen. Diese Andeutungen mögen genügen, da es hier nicht möglich ist, auf die reichhaltigen Einzelarbeiten einzugehen, durch welche Hering[1]) diesem Kapitel eine sichere Grundlage geschaffen hat. Es sei nur noch bemerkt, dass nach demselben Forscher die beiden Augen als einheitliches Organ aufzufassen sind, deren associirte Bewegungen auf einer angeborenen anatomischen Grundlage beruhen, worauf schon Johannes Müller hingewiesen hatte.

Die biologische und die psychologische[2]) Untersuchung führen übereinstimmend zu der Ueberzeugung, dass in Bezug auf die Raumanschauung nur mehr die nativistische Ansicht aufrecht erhalten werden kann. Das Hühnchen, welches eben aus dem Ei geschlüpft ist, zeigt sich schon im Raume orientirt und pickt schon nach allen Gegenständen, welche seine Aufmerksamkeit erregen. Für den neugeborenen Menschen können wir höchstens eine geringere Reife, sonst aber nicht wesentlich verschiedene Verhältnisse annehmen. Schon Panum hat auf diesen Punkt hingewiesen. Die Raumanschauung ist also bei der Geburt vorhanden. Ob wir im Stande sein werden, dieselbe durch die Entwicklungsgeschichte oder die Stammesgeschichte aufzuklären, etwa in der von Helmholtz versuchten Weise, ist eine Frage für sich.

Die phylogenetische Entwicklung, die Variation der Correspondenz der Netzhäute beim Uebergang von einer Thierspecies zur andern, welche Johannes Müller[3]) untersucht hat, möchte hiefür schon Anhaltspunkte bieten. Vielversprechend scheint ferner die Verfolgung der pathologischen Anomalien bei Schielen-

---

1) Unter den an Hering's Untersuchungen anknüpfenden Arbeiten jüngerer Forscher sind besonders jene F. Hillebrand's von Interesse für die Psychologie.

2) Stumpf, Der psychologische Ursprung der Raumvorstellungen, 1873.

3) Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes, S. 106 u. f.

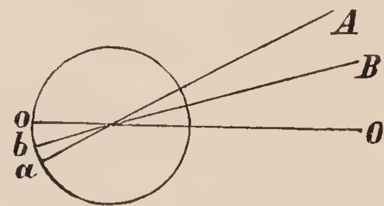
den und der Anpassungserscheinungen, welche in diesen Fällen zu beobachten sind [1]).

2.

Dass die Raumempfindung mit motorischen Processen zusammenhängt, wird seit langer Zeit nicht mehr bestritten. Die Meinungen gehen nur darüber auseinander, wie dieser Zusammenhang aufzufassen sei.

Fallen zwei verschiedenfarbige congruente Bilder nach einander auf dieselben Netzhautstellen, so werden sie ohne weiteres als gleiche Gestalten erkannt. Wir können uns also zunächst verschiedene Raumempfindungen an verschiedene Netzhautstellen gebunden denken. Dass aber diese Raumempfindungen nicht unabänderlich an bestimmte Netzhautstellen geknüpft sind, erkennen wir, indem wir frei und willkürlich die Augen bewegen, wobei die Objecte, obgleich ihre Bilder auf der Netzhaut sich verschieben, ihren Ort und ihre Gestalt nicht ändern.

Wenn ich geradeaus vor mich blicke, ein Object *O* fixirend, so erscheint mit ein Object *A*, das sich auf der Netzhaut in *a*, in einer bestimmten Tiefe unter der Stelle des deutlichsten Sehens *o* abbildet, in einer gewissen Höhe zu liegen. Erhebe ich nun den Blick,



Figur 15.

B fixirend, so behält *A* hierbei seine frühere Höhe bei. Es müsste tiefer erscheinen, wenn der Ort des Bildes auf der Netzhaut, bezw. der Bogen *o a* allein die Raumempfindung bestimmen würde. Ich kann den Blick bis zu *A* und darüber hinaus erheben, ohne dass an diesem Verhältniss etwas geändert wird. Der physiologische Process also, der die willkürliche Erhebung des Auges bedingt, vermag die Höhenempfindung ganz oder theilweise zu ersetzen, ist mit ihr gleichartig, kurz gesagt, alge-

1) Tschermak, Ueber anomale Sehrichtungsgemeinschaft der Netzhäute bei Schielenden. Graefe's Archiv, XLVII, 3, S. 508. — Tschermak, Ueber physiologische und pathologische Anpassung des Auges. Leipzig 1900. — Schlodtmann, Studien über anomale Sehrichtungsgemeinschaft bei Schielenden. Graefe's Archiv, LI, 2, 1900.

braisch mit derselben summirbar. Drehe ich den Augapfel durch einen leichten Ruck mit dem Finger aufwärts, so scheint sich hierbei das Object A, der Verkleinerung des Bogens $o\ \alpha$ entsprechend, in der That zu senken. Dasselbe geschieht, wenn durch irgend einen andern unbewussten oder unwillkürlichen Process, z. B. durch einen Krampf der Augenmuskel, der Augapfel sich aufwärts dreht. Nach einer seit mehreren Decennien bekannten Erfahrung der Augenärzte greifen Patienten mit einer Lähmung des Rectus externus zu weit nach rechts, wenn sie ein rechts liegendes Object ergreifen wollen. Da dieselben eines stärkeren Willensimpulses bedürfen als Gesunde, um ein rechtsliegendes Object zu fixiren, so liegt der Gedanke nahe, dass der Wille, rechts zu blicken, die optische Raumempfindung „rechts" bedingt. Ich habe vor Jahren[1]) diese Erfahrung in die Form eines Versuches gebracht, den jeder sofort anstellen kann. Man drehe die Augen möglichst nach links und drücke nun an die rechten Seiten der Augäpfel zwei grosse Klumpen von ziemlich festem Glaserkitt gut an. Versucht man alsdann rasch nach rechts zu blicken, so gelingt dies wegen der ungenauen Kugelform der Augen nur sehr unvollkommen, und die Objecte verschieben sich hierbei ausgiebig nach rechts. Der blosse Wille, rechts zu blicken, giebt also den Netzhautbildern an bestimmten Netzhautstellen einen grösseren Rechtswerth, wie wir kurz sagen wollen. Der Versuch wirkt anfangs überraschend. Wie man aber bald merkt, lehren die beiden einfachen Erfahrungen, dass durch willkürliche Rechtswendung der Augen die Objecte nicht verschoben, und dass durch gewaltsame unwillkürliche Linkswendung die Objecte nach rechts verschoben werden, zusammen genau dasselbe. Mein Auge, welches ich rechts wenden will und nicht kann, lässt sich als ein willkürlich rechts gewendetes und durch eine äussere Kraft gewaltsam zurückgedrehtes Auge ansehen. Professor W. James[2]) wollte der

1) Kurz nach Abschluss meiner „Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen" (1875).

2) W. James, The principles of Psychology, II, 509.

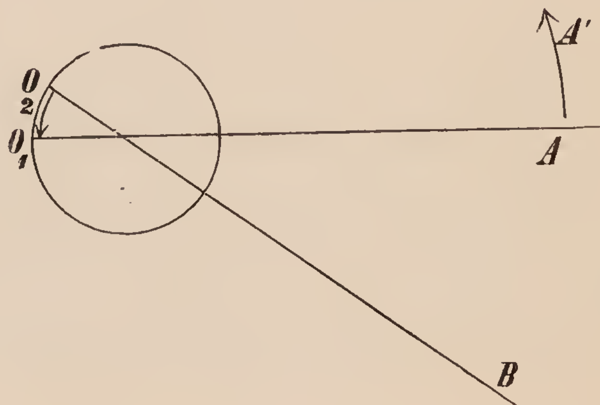
erwähnte Versuch nicht gelingen. Ich habe denselben oft wiederholt und immer bestätigt gefunden. Die Thatsache, glaube ich, steht fest, womit aber natürlich nicht über die Richtigkeit der Auffassung entschieden ist.

3.

Der Wille, Blickbewegungen auszuführen, oder die Innervation (?), ist die Raumempfindung selbst. Dies ergibt sich ungezwungen aus der angeführten Betrachtung[1]). Wenn wir an einer Hautstelle ein Jucken oder einen Stich empfinden, wodurch unsere Aufmerksamkeit genügend gefesselt wird, so greifen wir sofort mit dem richtigen Ausmaass der Bewegung dahin. Ebenso drehen wir die Augen mit dem richtigen Ausmaass nach einem Netzhautbild, sobald dasselbe uns genügend reizt, und wir es demnach beachten. Vermöge organischer Einrichtungen und langer Uebung treffen wir sofort die zur Fixirung eines auf bestimmter Netzhautstelle sich abbildenden Objectes eben zureichende Innervation. Sind die Augen schon rechts gewendet, und fangen wir an, ein neues mehr rechts oder links gelegenes Object zu beachten, so fügt sich eine neue gleichartige Innervation der schon vorhandenen algebraisch hinzu. Eine Störung entsteht erst, wenn zu den willkürlich abgemessenen Innervationen fremdartige unwillkürliche oder äussere bewegende Kräfte hinzutreten.

4.

Als ich mich vor Jahren mit den hierher gehörigen Fragen beschäftigte, bemerkte ich eine eigenthümliche Erscheinung, die meines Wissens noch nicht beschrieben worden ist. Wir betrachten in einem recht dunklen Zimmer ein Licht A und führen dann eine rasche Blickbewegung nach dem tieferen Licht B aus. Das Licht A



Figur 16.

1) Ich halte hier den Ausdruck fest, welcher sich mir unmittelbar ergeben hat, ohne der weitern Untersuchung zu präjudiciren. Ich lasse es hier und in dem zunächst

scheint hierbei einen (rasch verschwindenden) Schweif AA′ nach oben zu ziehen. Dasselbe thut natürlich auch das Licht B, was zur Vermeidung von Complicationen in der Figur nicht angedeutet ist. Der Schweif ist selbstverständlich ein Nachbild, welches erst bei Beendigung oder kurz vor Beendigung der Blickbewegung zum Bewusstsein kommt, jedoch, was eben merkwürdig ist, mit Ortswerthen, welche nicht der neuen Augenstellung und Innervation, sondern noch der frühern Augenstellung und Innervation entsprechen. Aehnliche Erscheinungen bemerkt man oft beim Experimentiren mit der Holtz'schen Elektrisirmaschine. Wird man während einer Blickbewegung abwärts von einem Funken überrascht, so erscheint derselbe oft hoch über den Elektroden. Liefert er ein dauerndes Nachbild, so zeigt sich dieses natürlich unter den Elektroden. Diese Vorgänge entsprechen der sogenannten persönlichen Differenz der Astronomen, nur dass sie auf das Gebiet des Gesichtssinnes beschränkt sind. Durch welche organischen Einrichtungen dies Verhältniss bedingt ist, muss dahingestellt bleiben, wahrscheinlich hat es aber einen gewissen Werth für Verhinderung der Desorientirung bei Augenbewegungen[1]).

5.

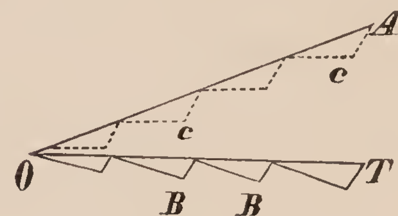
Wir dachten uns bisher der Einfachheit wegen nur die fixirenden Augen bewegt, hingegen den Kopf (und überhaupt den Körper) ruhig. Drehen wir nun den Kopf ganz beliebig, ohne ein optisches Object absichtlich ins Auge zu fassen, so bleiben die Objecte hierbei ruhig. Zugleich kann aber ein anderer Beobachter bemerken, dass die Augen wie reibungslose träge Massen an den Drehbewegungen keinen Antheil nehmen. Noch auffallender wird der Vorgang, wenn man sich continuirlich activ oder passiv um die Verticalachse, von oben gesehen, etwa im Sinne des

---

Folgenden noch dahingestellt, ob die Innervation eine Folge der Raumempfindung ist, oder umgekehrt. Gewiss sind beide eng verbunden.

1) Eine andere Ansicht hierüber entwickelt Lipps, Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane, Bd. I, S. 60.

Uhrzeigers, herumdreht. Die offenen oder geschlossenen Augen drehen sich dann, wie Breuer beobachtet hat, etwa zehnmal auf eine volle Umdrehung des Körpers gleichmässig verkehrt wie der Uhrzeiger, und ebenso oft ruckweise im Sinne des Uhrzeigers zurück. Die Figur veranschaulicht diesen Vorgang. Nach OT sind die Zeiten als Abscissen, aufwärts als Ordinaten die Drehungswinkel im Sinne des Uhrzeigers, abwärts im entgegengesetzten Sinne aufgetragen. Die Curve OA entspricht der Drehung des Körpers, OBB der relativen und OCC der absoluten Drehung der Augen.



Figur 17.

Niemand wird sich bei Wiederholung der Beobachtung der Ueberzeugung verschliessen können, dass man es mit einer durch die Körperdrehung reflectorisch vom Labyrinth ausgelösten automatischen (unbewussten) Augenbewegung zu thun hat. Dieselbe verschwindet, sobald die (passive) Drehung nicht mehr empfunden wird. Wie diese Bewegung zu Stande kommt, bleibt natürlich zu untersuchen. Eine einfache Vorstellung wäre die, dass von zwei antagonistischen Innervationsorganen der ihnen bei der Körperdrehung gleichmässig zufliessende Reiz von dem einen wieder mit einem gleichmässigen Innervationsstrom beantwortet wird, während das andere immer erst nach einer gewissen Zeit wie ein gefüllter und plötzlich umkippender Regenmesser einen Innervationsstoss abgibt. Für uns genügt es vorläufig zu wissen, dass diese automatische compensirende unbewusste Augenbewegung thatsächlich vorhanden ist.

Bekannt ist die compensatorische Raddrehung der Augen, welche bei Seitwärtsneigung des Kopfes auftritt. Nagel[1]) hat nachgewiesen, dass dieselbe $^1/_{10}$—$^1/_6$ des Winkels der Kopfneigung beträgt. Kürzlich haben nun Breuer und Kreidl[2]) auch im Drehapparat solche Versuche angestellt und gefunden:

1) Nagel, Ueber compensatorische Raddrehungen der Augen. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane, Bd. 12, S. 338.

2) Breuer u. Kreidl, Ueber scheinbare Drehung des Gesichtsfeldes während der Einwirkung einer Centrifugalkraft. Pflüger's Archiv, Bd. 70, S. 494.

„Wir empfinden, wie Purkynie und Mach gesagt haben, die Richtung der Massenbeschleunigung. Aendert sich diese Richtung durch Hinzutritt einer seitlich auf den Körper wirkenden horizontalen Beschleunigung, so tritt eine Raddrehung der Augen auf, welche während der Dauer jener Einwirkung anhält und die Hälfte, 0,6 des Ablenkungswinkels beträgt. Die Drehung des Sehraums, die Schiefstellung verticaler Linien, welche unter solchen Verhältnissen wahrgenommen wird, beruht also auf einer wirklichen unbewussten Drehung der Augen."

Ich muss hier ferner noch zweier Arbeiten über compensirende Augenbewegungen gedenken, welche von Crum Brown[1]) herrühren.

6.

Die langsamere unbewusste compensirende Augenbewegung (die ruckweise hinterlässt keinen optischen Eindruck) ist also die Ursache, dass die Objecte bei Kopfdrehungen ihren Ort beizubehalten scheinen, was für die Orientirung sehr wichtig ist. Drehen wir nun mit dem Kopf in demselben Sinn, das fixirte Object wechselnd, auch willkürlich die Augen, so müssen wir durch die willkürliche Innervation die automatische unwillkürliche übercompensiren. Wir bedürfen derselben Innervation, als ob der ganze Drehungswinkel vom Auge allein zurückgelegt worden wäre. Hierdurch erklärt es sich auch, warum, wenn wir uns umdrehen, der ganze optische Raum uns als ein Continuum und nicht als ein Aggregat von Gesichtsfeldern erscheint, und warum hierbei die optischen Objecte festliegend bleiben. Was wir beim Umdrehen von unserem eigenen Körper sehen, sehen wir aus klarliegenden Gründen optisch bewegt.

So gelangen wir also zu der praktisch werthvollen Vorstellung unseres bewegten Körpers in einem festliegenden Raume. Es wird uns verständlich, dass wir bei mehrfachen Drehungen

1) Crum Brown, Note on normal nystagmus. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, February 4, 1895. — The relation between the movements of the eyes and the movements of the head. Robert Boyle lecture, May 13, 1895.

und Wendungen in Strassen, in Gebäuden, und bei passiven Drehungen im Wagen, oder in der Cajüte eingeschlossen (ja selbst in der Dunkelheit) die Orientirung nicht verlieren. Allerdings schlafen die Urcoordinaten, von welchen wir ausgingen, allmälig und unvermerkt ein, und bald zählen wir wieder von den Objecten aus, welche vor uns liegen. Der eigenthümlichen Desorientirung, in welcher man sich zuweilen Nachts beim plötzlichen Erwachen befindet, rathlos das Fenster, den Tisch u. s. w. suchend, mögen wohl dem Erwachen unmittelbar vorausgehende motorische Träume zu Grunde liegen.

Aehnliche Verhältnisse wie bei Körperdrehungen zeigen sich bei Körperbewegungen überhaupt. Bewege ich den Kopf oder den ganzen Körper seitwärts, so verliere ich ein optisch fixirtes Object nicht. Dasselbe scheint fest zu stehen, während die ferneren Objecte eine der Körperbewegung gleichsinnige, die näheren eine entgegengesetzte parallactische Verschiebung erfahren. Die gewohnten parallactischen Verschiebungen werden gesehen, stören aber nicht, und werden richtig interpretirt. Bei monocularer Inversion eines Plateau'schen Drahtnetzes aber fallen die dem Sinne und dem Ausmaass nach ungewohnten parallactischen Bewegungen sofort auf, und spiegeln uns ein gedrehtes Object vor[1]).

7.

Wenn ich meinen Kopf drehe, so sehe ich nicht nur jenen Theil desselben, den ich überhaupt sehen kann, gedreht, was nach dem Vorausgeschickten sofort verständlich ist, sondern ich fühle ihn auch gedreht. Dies beruht darauf, dass im Gebiete des Tastsinnes ganz analoge Verhältnisse bestehen, wie im Gebiete des Gesichtssinnes[2]). Greife ich nach einem Object, so

---

1) Vergl. meine „Beobachtungen über monoculare Stereoskopie". Sitzungsberichte der Wiener Akademie (1868), Bd. 58.

2) Die Ansicht, dass Gesichtssinn und Tastsinn sozusagen denselben Raumsinn als gemeinsamen Bestandtheil enthalten, ist von Locke aufgestellt, von Berkeley wieder bestritten worden. Auch Diderot ist (Lettres sur les aveugles) der Ansicht, dass der Raumsinn des Blinden von jenem des Sehenden gänzlich verschieden ist.

complicirt sich eine Tastempfindung mit einer Innervation. Blicke ich nach dem Object, so tritt an die Stelle der Tastempfindung eine Lichtempfindung. Da Hautempfindungen auch ohne Tasten von Objecten immer vorgefunden werden, sobald man ihnen die Aufmerksamkeit zuwendet, so geben diese, mit wechselnden Innervationen complicirt, ebenfalls die Vorstellung unseres bewegten

---

Man vergl. hierüber die scharfsinnigen Ausführungen von Dr. Th. Loewy (Common sensibles. Die Gemein-Ideen des Gesichts- und Tastsinnes nach Locke und Berkeley, Leipzig 1884), deren Resultat ich übrigens nicht beistimmen kann. Der Umstand, dass ein Blindgeborner nach der Operation, bei dem von Molyneux vorgeschlagenen Experiment, den ihm durch das Getast wohlbekannten Würfel und die ebenso bekannte Kugel, durch das Gesicht nicht unterscheidet, beweist für mich gar nichts gegen Locke und nichts für Berkeley und Diderot. Auch der Sehende erkennt die einfach umgekehrte Figur erst nach mehrfacher Uebung. Es fehlen eben bei Beginn des Sehens alle auf das Optische bezüglichen Associationen zur intellectuellen Verwerthung desselben. Hiezu kommt noch, dass bei dauerndem Fehlen optischer Reize in früher Jugend die Entwicklung der centralen Sehsphäre ausbleibt, oder vielleicht sogar Rückbildung eintritt, wie dies aus den schönen Beobachtungen von Schnabel (Beiträge zur Lehre von der Schlechtsichtigkeit durch Nichtgebrauch der Augen. Berichte des naturw.-med. Vereins in Innsbruck, XI, S. 32) und aus den Experimenten von Munk an neugebornen Hunden (Berliner klin. Wochenschr., 1877, Nr. 35) hervorgeht. Auch bei nicht eigentlich Blinden kann die Sehsphäre so wenig entwickelt sein, dass dieselben nur durch eine besondere Anleitung zur Verwerthung ihrer Gesichtsempfindungen erzogen werden können. Der vom Blindeninstituts-Director Herrn Heller vorgestellte Knabe (Wiener klin. Wochenschr. v. 25. April 1901) ist wahrscheinlich ein solcher Fall von partiellem (optischem) Idiotismus. Aus dem Verhalten operirter Blindgeborner sind also nur mit grösster Vorsicht Schlüsse zu ziehen. Wie hätte der blinde Saunderson, wenn Locke Unrecht hätte, eine für Sehende verständliche Geometrie schreiben können! Analogien zwischen dem Raumsinn des Gesichts und des Getastes bestehen gewiss. Etwas hiervon wurde schon bei Besprechung der Arbeit von Soret (S. 97) erwähnt, und Manches war schon in der Aristotelischen Schule bekannt. So erwähnen schon die „Parva naturalia“ das Experiment mit dem Kügelchen, welehes zwischen dem Zeigefinger und dem kreuzweise über diesen gelegten Mittelfinger doppelt empfunden wird. Dasselbe gelingt mir noch viel schlagender, wenn ich die so gelegten Finger an einem Stäbchen hin- und herführe. Und einfach empfinde ich zwei parallele Stäbchen, zwischen welchen ich die in gleicher Weise gelegten Finger schleifend bewege. Die Analogie mit dem Doppeltsehen des Einfachen und dem Einfachsehen des Doppelten ist hier vollständig. Aber auch die Unterschiede sind so gross, dass der Sehende sich sehr schwer in die Raumvorstellung des Blinden hineinzufinden vermag, da er immer seine Gesichtsvorstellungen interpretirend einmischt. Selbst ein Kopf wie Diderot verfällt gelegentlich in den sonderbaren Irrthum, dem Blinden die Raumphantasie abzusprechen. Vergl. Loeb's Arbeit über den Fühlraum (s. S. 93) und Heller's Studien zur Blinden-Psychologie (Leipzig 1895). S. Kap. IX.

Körpers, welche mit der auf optischem Wege gewonnenen in voller Uebereinstimmung steht.

Bei activen Bewegungen werden also die Hautempfindungen dislocirt, wie man kurz sagen kann. Bei passiven Bewegungen unseres Körpers treten reflectorisch ausgelöste unbewusste compensirende Innervationen und Bewegungen auf. Drehe ich mich z. B. rechts herum, so compliciren sich meine Hautempfindungen mit denselben Innervationen, die mit Berührung von Objecten bei Rechtsdrehung verbunden wären. Ich fühle mich rechts gedreht. Werde ich passiv rechts gedreht, so entsteht reflectorisch das Bestreben, die Drehung zu compensiren. Ich bleibe entweder wirklich stehen, und empfinde mich dann auch ruhig, oder ich unterdrücke die Linksdrehung. Dazu bedarf ich aber derselben willkürlichen Innervation, wie zu einer activen Rechtsdrehung, welche auch die gleiche Empfindung zur Folge hat.

8.

Das hier dargelegte einfache Verhältniss übersah ich noch nicht vollständig bei Abfassung meiner Schrift über Bewegungsempfindungen. In Folge dessen blieben mir einige theils von Breuer, theils von mir beobachtete Erscheinungen schwer verständlich, die sich nun ohne Schwierigkeit erklären, und die ich kurz berühren will. Bei passiver Drehung eines in einem Kasten eingeschlossenen Beobachters nach rechts erscheint demselben der Kasten optisch gedreht, obgleich jeder Anhaltspunkt zur Beurtheilung einer Relativdrehung fehlt. Führen seine Augen unwillkürlich compensirende Bewegungen nach links aus, so verschieben sich die Netzhautbilder so, dass er eine Bewegung nach rechts sieht. Fixirt er aber den Kasten, so muss er die unwillkürlichen Bewegungen willkürlich compensiren, und sieht nun wieder eine Bewegung nach rechts. Es wird hierdurch deutlich, dass die Breuer'sche Erklärung der Scheinbewegung des Augenschwindels richtig ist, und dass gleichwohl durch willkürliches Fixiren diese Bewegung nicht zum Verschwinden gebracht werden kann.

Auch die übrigen in meiner Schrift erwähnten Fälle des Augenschwindels finden auf analoge Weise ihre Erledigung[1]).

Wenn wir uns bewegen, z. B. vorwärts schreiten oder uns drehen, so haben wir nicht nur eine Empfindung der jedesmaligen Lage unserer Körpertheile, sondern auch noch die viel einfachere Empfindung einer Vorwärtsbewegung oder Drehung. In der That setzen wir die Vorstellung der Vorwärtsbewegung nicht aus den Vorstellungen der einzelnen Beinschwingungen zusammen, oder haben wenigstens nicht nöthig, dies zu thun. Ja es gibt sogar Fälle, in welchen die Empfindung der Vorwärtsbewegung entschieden vorhanden ist, jene der Beinbewegung aber ebenso entschieden fehlt. Dies trifft z. B. bei einer Eisenbahnfahrt zu, auch schon bei dem Gedanken einer Reise, andeutungsweise bei der Erinnerung an einen fernern Ort u. s. w. Dies kann nur daran liegen, dass der Wille, sich vorwärts zu bewegen oder zu drehen, aus welchem die Extremitäten ihre motorischen Anregungen schöpfen, die ja durch besondere Innervationen noch modificirt werden können, verhältnissmässig einfacher Natur ist. Es bestehen hier wohl ähnliche, wenn auch complicirtere Verhältnisse, wie jene bei den Augenbewegungen, welche Hering so glücklich durchschaut hat, worauf wir alsbald zurückkommen.

Man wird kaum fehl gehn, wenn man annimmt, dass die vom Labyrinth aus erregten, verhältnissmässig einfachen Bewegungsempfindungen[2]) mit dem Willen, sich zu bewegen, im engsten Zusammenhange stehen. Diese Bewegungsempfindungen möchten auch den von Riehl[3]) postulirten, bezw. von ihm gesuchten Richtungsgefühlen entsprechen. Sie sind dem Blinden ebenso eigen wie dem Sehenden, und bilden wohl mit eine wichtige Grundlage des Verständnisses des Tastraums.

---

1) Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig, Engelmann, 1875, S. 83.

2) a. a. S. 124.

3) Riehl, Der philosophische Kriticismus, Bd. 2, S. 143.

Ich habe eine Reihe von Beobachtungen über optische und Bewegungsempfindungen in den Ausdruck zusammengefasst: „Es sieht so aus, als ob der sichtbare Raum sich in einem zweiten Raum drehen würde, den man für unverrückt fest hält, obgleich letzteren nicht das mindeste Sichtbare kennzeichnet.“ Der auf die Bewegungsempfindungen aufgebaute Raum scheint in der That das Ursprüngliche zu sein[1]).

Befangen in physikalischer Denkweise, war ich geneigt zu glauben, dass die Empfindungen der Progressivbeschleunigung sich vollkommen analog verhalten den Empfindungen der Winkelbeschleunigung. In der That werden jedem Physiker, der sich mit unserem Gegenstand beschäftigt, sofort die drei Gleichungen für die drehende, und die drei Gleichungen für die fortschreitende Bewegung eines Körpers in den Sinn kommen. Ausserdem glaubte ich, entsprechend dem Princip der specifischen Energie, besondere Empfindungen der Kopflage vermuthen zu dürfen. Breuer[2]) hat durch eine spätere Untersuchung wahrscheinlich gemacht, dass die Empfindungen der Progressivbeschleunigung sehr viel rascher verschwinden als jene der Winkelbeschleunigung, beziehungsweise dass vielleicht das Organ der ersteren, wenigstens beim Menschen, verkümmert ist. Ferner findet Breuer, ausser den Bogengängen B, nur noch den Otolithenapparat O mit seinen den Bogengangebenen entsprechenden Gleitebenen geeignet, Progressivbeschleunigungen und Lagen zugleich zu signalisiren. Die drei Schwerecomponenten nach den drei Gleitebenen charakterisiren die Lage des Kopfes. Jede Aenderung der Lage ändert diese Componenten und setzt zugleich den Bogengangapparat momentan in Function. Progressivbeschleunigungen ändern diese Componenten ebenfalls, ohne den Bogengangapparat zu beanspruchen. Demnach würden nach Breuer die drei Com-

---

1) Bewegungsempfindungen S. 26.

2) Breuer, Ueber die Function des Otolithen-Apparates. Pflüger's Archiv, Bd. XLVI, S. 195.

binationen: O allein, O + B, und B allein für die Unterscheidung aller Fälle genügen. Diese Auffassung wäre also, wenn sie sich bewährt, eine bedeutende Vereinfachung.

Wäre ich überhaupt noch in der Lage zu experimentiren, so würde ich die Bewegungsempfindungen an sich nochmals von Grund aus untersuchen. Der Unterschied in dem Verhalten der Empfindungen der Winkel- und Progressivbeschleunigungen scheint mir jetzt bedeutend. Die Drehbeschleunigung löst eine Empfindung aus, welche lange, nachdem die Beschleunigung Null geworden, in abnehmender, quantitativ[1]) zu verfolgender Stärke fortbesteht. Die Progressivbeschleunigung wird rein nur beim verticalen beschleunigten Fallen oder Steigen empfunden. Verschwindet die Beschleunigung, so ist auch die Empfindung rasch vernichtet. Das einfachste Mittel, eine constante Beschleunigung von constanter Richtung gegen den Leib zu erzeugen, ist die gleichförmige Rotation. Wir empfinden die gleichförmige Drehung bald nicht mehr. Aber auch die constante Centrifugalbeschleunigung ruft nicht die Illusion des Fortfliegens nach deren Richtung, sondern die Empfindung einer geänderten Lage hervor, welche mit jener Centrifugalbeschleunigung zugleich wieder verschwindet. Erschöpft sich also die constante Progressivbeschleunigung als Reiz, oder ändert die Empfindung beim Constantwerden des Reizes ihren Charakter? Dann müssten doch zwei Elemente in derselben vermuthet werden.

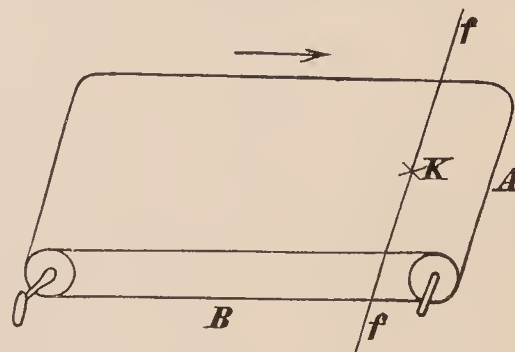
Nicht die gleichförmige Bewegung, sondern lediglich die Beschleunigung wird empfunden. Den Elementen der Aenderung der Progressiv- und Winkelgeschwindigkeiten entsprechen Elemente der Bewegungsempfindungen, von welchen wenigstens die letzteren in langsam abnehmender Stärke persistiren, und übrigens so wie jene algebraisch summirbar sind, so dass einer (gewöhnlich von der Geschwindigkeit Null an) in kurzer Zeit eingeleiteten Bewegung eine der totalen Geschwindigkeitsänderung, also der erreichten Geschwindigkeit v, entsprechende Em-

1) Bewegungsempfindungen, S. 96, Versuch 2.

pfindung ϱ zugeordnet ist[1]). Die Menge der vorbeigeführten Gesichts- oder Tasteindrücke wächst nun mit ϱ und mit der Zeit t. Es darf uns daher nicht wundern, dass die Erfahrung uns ϱ als eine Geschwindigkeit und $\varrho . t$ als einen Weg begrifflich interpretiren lehrt, wenngleich ϱ an sich natürlich mit einem räumlichen Maassbegriff gar nichts zu schaffen hat. Es scheint mir hiermit ein paradoxer Rest beseitigt, welcher mich noch 1875 in der Auffassung der Bewegungsempfindungen störte, und welcher, wie ich sehe, auch Andere gestört hat[2]).

9.

Die folgenden Versuche und Ueberlegungen, welche an eine ältere Mittheilung anknüpfen[3]), werden vielleicht die richtige Auffassung dieser Erscheinungen fördern. Wir stellen uns auf eine Brücke und betrachten das unter derselben durchfliessende Wasser. Dann empfinden wir gewöhnlich uns in Ruhe, das Wasser aber in Bewegung. Längeres Hinblicken auf das Wasser hat aber bekanntlich fast regelmässig zur Folge, dass plötzlich die Brücke mit dem Beobachter und der ganzen Umgebung dem Wasser entgegen in Bewegung zu gerathen scheint, während umgekehrt das Wasser den Anschein der Ruhe gewinnt[4]). Die relative Bewegung der Objecte ist in beiden Fällen dieselbe, und es muss demnach einen triftigen physiologischen Grund haben, warum bald der eine, bald der andere Theil der Objecte bewegt empfunden wird. Um dies bequem untersuchen zu können, habe ich mir einen einfachen Apparat construirt, der in Figur 18 dargestellt ist. Ein einfach gemusterter Ledertuchlaufteppich wird horizontal über zwei 2 m lange, 3 m von einander in Lagern befestigte Walzen gezogen und mit Hülfe einer Kurbel in gleichmässige Bewegung



Figur 18.

1) a. a. O. 116 u. fg.

2) a. a. O. S. 122 (10).

3) a. a. O. S. 85.

4) Derartige Eindrücke erhält man bekanntlich in der mannigfaltigsten Form, wenn man sich zwischen mehreren theils bewegten, theils ruhenden Eisenbahnzügen

gesetzt. Quer über den Teppich, etwa 30 cm über demselben, ist ein Faden *ff* mit einem Knoten *K* gespannt, der dem bei *A* aufgestellten Beobachter als Ruhepunkt für das Auge dient. Folgt der Beobachter mit den Augen den Zeichnungen des im Sinne des Pfeiles bewegten Teppichs, so sieht er diesen in Bewegung, sich und die Umgebung aber ruhig. Fixirt er hingegen den Knoten, so glaubt er alsbald mit dem ganzen Zimmer, dem Pfeile entgegen, in Bewegung zu gerathen, während er den Teppich für stillstehend hält. Dieser Wechel des Anblicks vollzieht sich je nach der Stimmung in längerer oder kürzerer Zeit, gewöhnlich nach einigen Secunden. Weiss man einmal, worauf es ankommt, so kann man ziemlich rasch und willkürlich mit den beiden Eindrücken wechseln. Jedes Verfolgen des Teppichs bringt den Beobachter zum Stehen, jedes Fixiren von *K* oder Nichtbeachten des Teppichs, wobei dessen Zeichnungen verschwimmen, setzt den Beobachter in Bewegung. Bezüglich des Ausfalls dieses Versuchs unter den angegebenen Umständen stimmen mir zwei von mir hochgeschätzte Forscher nicht zu. Der eine ist W. James[1]), der andere Crum Brown[2]). Ich habe den Versuch oft und oft immer mit dem gleichen Erfolge angestellt. Da ich gegenwärtig nicht in der Lage bin, zu experimentiren, muss ich auf eine neuerliche Prüfung verzichten, für welche sich die von Brown beschriebene Nachbildmethode empfehlen würde. Von den Differenzen in der theoretischen Auffassung des Versuches soll hier zunächst abgesehen werden.

10.

Die Erscheinung ist selbstredend gänzlich verschieden von der bekannten Plateau-Oppel'schen, die eine locale Netzhauterscheinung ist. Bei dem obigen Experiment bewegt sich die

---

befindet. — Als ich einmal auf der Elbe mittelst Dampfschiffs einen Ausflug unternahm, hatte ich unmittelbar vor der Landung den überraschenden Eindruck, als ob das Schiff stünde, und die ganze Landschaft sich demselben entgegenbewegte, was nach den folgenden Auseinandersetzungen unschwer verständlich ist.

1) W. James, Principles of Psychology, II, 512 ff.

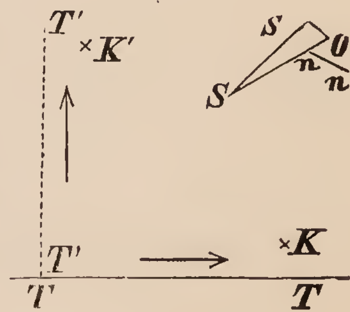
2) Crum Brown, On normal Nystagmus. Vergl. S. 109 dieser Schrift.

deutlich gesehene ganze Umgebung, bei dem letztern Phänomen zieht ein bewegter Schleier über das ruhige Object hin Auch die nebenbei auftretenden stereoskopischen Erscheinungen, bei welchen z. B. der Faden mit dem Knoten unter dem sich als durchsichtig darstellenden Teppich erscheint, sind hier ganz gleichgiltig.

In meiner Schrift über „Bewegungsempfindungen" S. 63 habe ich constatirt, dass den Plateau-Oppel'schen Erscheinungen ein besonderer Process zu Grunde liegt, der mit den übrigen Bewegungsempfindungen nichts zu schaffen hat. Es heisst daselbst: „Dementsprechend werden wir daran denken müssen, dass mit der Bewegung eines Netzhautbildes ein besonderer Process erregt wird, der in der Ruhe nicht vorhanden ist, und dass bei entgegengesetzten Bewegungen ganz ähnliche Processe in ähnlichen Organen erregt werden, welche sich aber gegenseitig in der Art ausschliessen, dass mit dem Eintreten des einen der andere erlöschen muss, und mit der Erschöpfung des einen der andere eintritt." — Dies scheinen S. Exner und Vierordt übersehen zu haben, welche später ähnliche Ansichten über denselben Gegenstand ausgesprochen haben.

11.

Bevor wir an die Erklärung des Versuches (Fig. 18) gehen, wollen wir denselben noch variiren. Ein Beobachter, der sich bei *B* aufstellt, meint unter den angegebenen Umständen mit seiner ganzen Umgebung nach links zu fliegen. Wir bringen ferner über dem Teppich *TT*, Figur 19, einen gegen den Horizont um 45⁰ geneigten Spiegel *SS* an. Durch *SS* betrachten wir das Spiegelbild *T'T'*, nachdem wir auf die Nase noch einen Schirm *nn* gesetzt haben, welcher dem Auge *O* den directen Anblick von *TT* entzieht. Bewegt sich *TT* im Sinne des Pfeiles, während wir das Spiegelbild *K'* von *K* fixiren, so glauben wir alsbald mit dem ganzen Zimmer zu versinken, bei umgekehrter Bewegung glauben



Figur 19.

wir hingegen wie in einem Luftballon zu steigen[1]). Endlich gehören hierher noch die Versuche mit der Papiertrommel, welche ich bereits beschrieben habe[2]), und auf die auch die nachfolgende Erklärung anzuwenden ist. Alle diese Erscheinungen sind keine rein optischen, sondern sie sind von einer unverkennbaren Bewegungsempfindung des ganzen Körpers begleitet.

12.

Wie haben wir nun unsere Gedanken einzurichten, um in denselben die besprochenen Thatsachen in einfachster Weise darzustellen? Bewegte Objecte üben bekanntlich einen besonderen Bewegungsreiz auf das Auge aus, ziehen die Aufmerksamkeit und den Blick auf sich. Folgt ihnen der Blick wirklich, so müssen wir nach allem bisher Besprochenen annehmen, dass die Objecte bewegt erscheinen. Soll das Auge trotz der bewegten Objecte auf die Dauer ruhig bleiben, so muss der von denselben ausgehende constante Bewegungsreiz durch einen constanten, dem motorischen Apparat des Auges zufliessenden Innervationsstrom compensirt werden, ganz so, als wäre der ruhige fixirte Punkt gleichmässig entgegengesetzt bewegt, und als wollte man demselben mit den Augen folgen. Tritt dies aber ein, so muss alles fixirte Unbewegte bewegt erscheinen. Dass dieser Innervationsstrom immer mit bewusster Absicht eingeleitet werde, wird kaum nothwendig sein, wenn er nur von demselben Centrum aus und auf denselben Wegen verläuft, von welchen das willkürliche Fixiren ausgeht.

Um die zuvor besprochenen Erscheinungen zu beobachten, bedarf es gar keiner besondern Vorkehrungen. Wir sind vielmehr immer von denselben umgeben. Ich schreite durch einen einfachen Willensact vorwärts. Meine Beine vollführen ihre Schwingungen, ohne dass ich mich besonders darum kümmere, und meine Augen

---

1) Derartige Erscheinungen treten oft ganz ungesucht auf. Als einmal im Winter bei Windstille und starkem Schneefall meine kleine Tochter am Fenster stand, rief sie plötzlich, sie steige mit dem ganzen Hause in die Höhe.

2) Bewegungsempfindungen, S. 85.

sind fest auf das Ziel gerichtet, ohne sich von den durch das Ausschreiten bewegten Netzhautbildern ablenken zu lassen. Mit einem Willensact ist alles dies eingeleitet, und dieser Willensact selbst ist die Empfindung der Vorwärtsbewegung. Derselbe Process, oder doch ein Theil desselben, wird auch auftreten müssen, sollen die Augen dem Reize einer Masse von bewegten Objecten dauernd widerstehen. Daher die Bewegungsempfindung bei den obigen Versuchen.

Beobachten wir ein Kind auf einem Eisenbahnzuge, so folgen dessen Augen fast unausgesetzt in zuckender Bewegung den äussern Objecten, welche ihm zu laufen scheinen. Auch der Erwachsene hat die gleiche Empfindung, wenn er sich den Eindrücken zwanglos hingibt. Fahre ich voraus, so dreht sich, aus naheliegenden Gründen, der ganze Raum zu meiner Linken um eine sehr ferne verticale Axe im Sinne des Uhrzeigers, der ganze Raum zu meiner Rechten ebenso umgekehrt. Erst wenn ich dem Verfolgen der Objecte widerstehe, tritt für mich die Empfindung der Vorwärtsbewegung auf.

13.

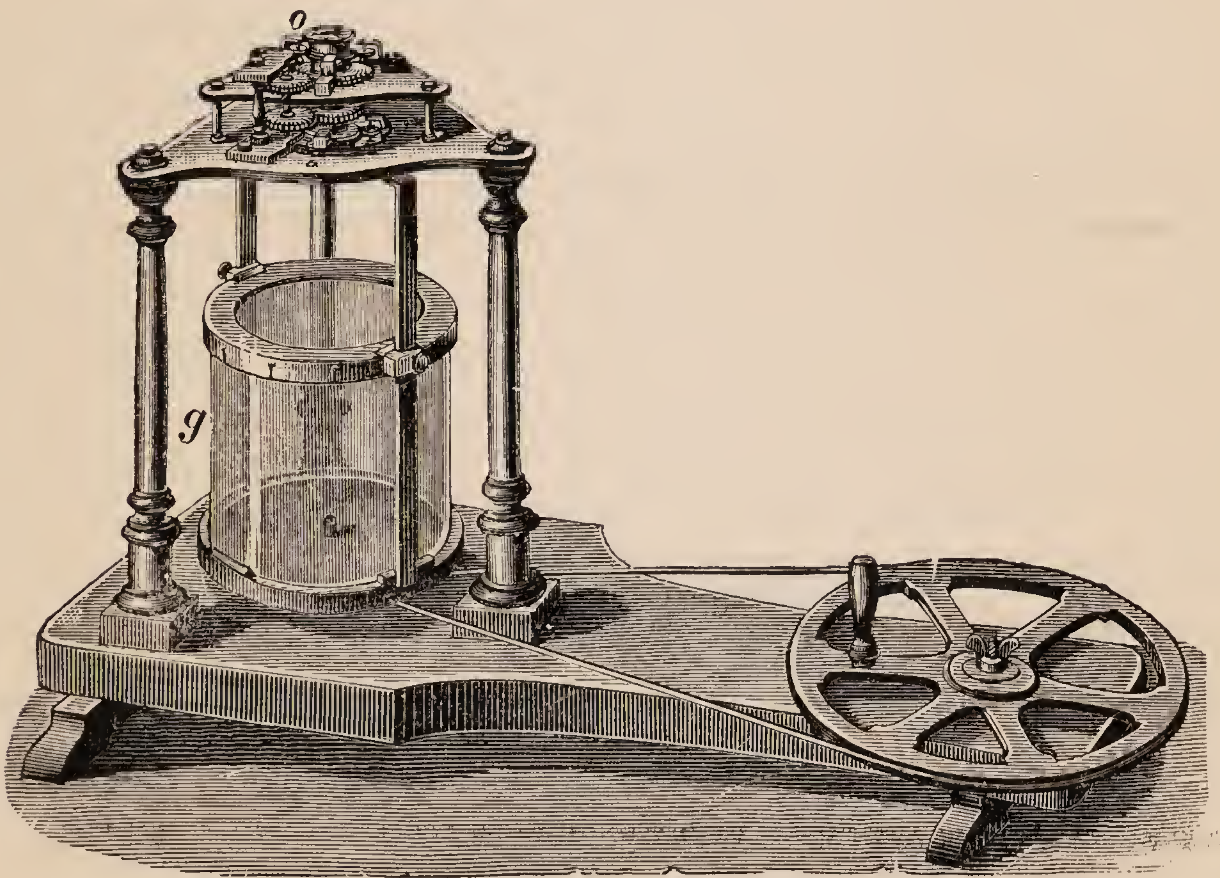
Meine Ansichten über Bewegungsempfindungen sind bekanntlich mehrfach angefochten worden, wobei allerdings die Polemik immer nur gegen die Hypothese gerichtet war, auf welche ich selbst keinen besonderen Werth gelegt habe. Dass ich sehr gern bereit bin, meine Ansichten nach Maassgabe der bekannt gewordenen Thatsachen zu modificiren, dafür mag eben die vorliegende Schrift den Beweis liefern. Ich will die Entscheidung darüber, wieweit ich das Richtige getroffen habe, mit Beruhigung der Zukunft überlassen. Andrerseits möchte ich nicht unbemerkt lassen, dass sich auch für die von mir, Breuer und Brown aufgestellte Ansicht günstige Beobachtungen ergeben haben. Hierher gehören zunächst die von Dr. Guye (in Amsterdam) gesammelten Erfahrungen (Du Vertige de Ménière. Rapport lu dans la section d'otologie du congrès périodique international de sciences médicales à Amsterdam, 1879). Guye beobachtete bei Erkrankungen

des Mittelohres reflectorische Kopfdrehungen beim Einblasen von Luft in die Trommelhöhle und fand einen Patienten, der genau den Sinn und die Anzahl der Drehungen angeben konnte, welche er beim Einspritzen von Flüssigkeiten empfunden hatte. Professor Crum Brown, On a case of dyspeptic vertigo (Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 1881—82) beschreibt einen an sich beobachteten interessanten Fall von pathologischem Schwindel, welcher sich in seiner Gesammtheit durch eine gesteigerte Intensität und verlängerte Dauer der jeder Drehung folgenden Empfindung erklären liess. — Am merkwürdigsten sind aber die Beobachtungen von Willam James (The sense of dizzines in deafmutes. American Journal of Otology, Volume IV, October 1882). James fand eine relative vorwiegende auffallende Unempfindlichkeit der Taubstummen gegen den Drehschwindel, häufig eine grosse Unsicherheit des Ganges derselben bei geschlossenen Augen, und in manchen Fällen eine überraschende Desorientirung beim Untertauchen unter Wasser, wobei Beängstigung und gänzliche Unsicherheit über das Oben und Unten eintrat. Diese Beobachtungen sprechen sehr dafür, dass bei den Taubstummen, wie es nach meiner Auffassung zu erwarten war, der eigentliche Gleichgewichtssinn sehr zurücktritt, und dass dieselben die beiden andern orientirenden Sinne, den Gesichtssinn und den Muskelsinn (welcher letztere beim Versinken im Wasser mit der Aufhebung des Körpergewichtes alle Anhaltspunkte verliert), desto nöthiger haben.

Die Ansicht ist nicht haltbar, dass wir zur Kenntniss des Gleichgewichtes und der Bewegungen nur durch die Halbcirkelkanäle gelangen. Höchst wahrscheinlich haben vielmehr auch niedere Thiere, denen das entsprechende Organ ganz fehlt, Bewegungsempfindungen. Es war mir bisher nicht möglich, in dieser Richtung Versuche anzustellen. Die Versuche aber, welche Lubbock in seiner Schrift über „Ameisen, Bienen und Wespen“ (Leipzig, Brockhaus, 1885, S. 220) beschrieben hat, werden mir durch die Annahme von Bewegungsempfindungen viel verständ-

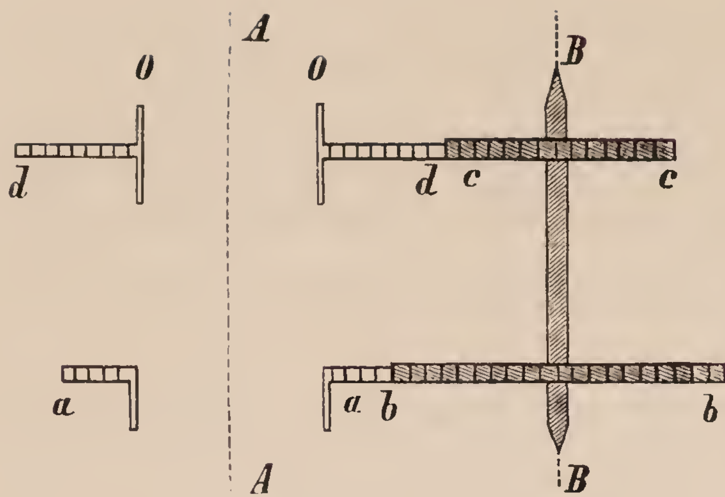
licher. Da möglicherweise Anderen derartige Versuche näher liegen, ist es vielleicht nicht unnütz, wenn ich einen Apparat bespreche, den ich (Anzeiger der Wiener Akademie, 30. December 1876) schon kurz beschrieben habe. Andere Apparate dieser Art sind später von Govi und Ewald construirt worden. Man hat sie nachher Cyclostaten genannt.

Der Apparat dient dazu, das Verhalten von Thieren bei rascher Rotation derselben zu beobachten. Da nun das Bild durch die Rotation verwischt wird, so muss die passive Rotation optisch aufgehoben und ausgeschaltet werden, so dass die activen Bewegungen des Thieres allein übrig bleiben und beobachtbar werden. Man erreicht die optische Aufhebung der Rotation einfach dadurch, dass man über der Scheibe der Centrifugalmaschine genau um dieselbe Axe mit Hilfe einer Zahnradübertragung ein Reflexionsprisma mit der halben Winkelgeschwindigkeit der Scheibe und in demselben Sinne rotiren lässt.



Figur 20.

Die Figur 20 gibt eine Ansicht des Apparates. Auf der Scheibe der Centrifugalmaschine befindet sich ein Glasbehälter *g*,



Figur 21.

in welchem die zu beobachtenden Thiere eingeschlossen werden. Durch eine Zahnradübertragung wird das Ocular o mit der halben Winkelgeschwindigkeit und in demselben Winkel wie g gedreht. Nebenstehende Figur zeigt die Verzahnung in einer besondern Darstellung. Das Ocular OO und der Behälter gg drehen sich um die Axe AA, während ein Paar von Zahnrädern, die fest mit einander verbunden sind, sich um BB drehen. Der Radius des Zahnrades aa sei $= r$, dann ist r jener von bb, $\frac{2r}{3}$ jener von cc, jener von dd aber $= \frac{4r}{3}$, womit das verlangte Geschwindigkeitsverhältniss von oo und gg erzielt ist.

Um den Apparat zu centriren, legt man auf die Bodenscheibe des Behälters einen mit Stellschrauben versehenen Spiegel S und justirt denselben so, dass beim Rotiren die Bilder in demselben ruhig bleiben. Dann steht er senkrecht auf der Rotationsaxe des Apparates. Einen zweiten kleinen Spiegel S', dessen Belegung ein kleines Loch L enthält, bringt man an dem leeren Ocularrohr mit der spiegelnden Fläche nach unten so an, dass bei der Rotation die Bilder unbewegt bleiben, die man durch das Loch hindurch in dem Spiegelbilde von S' in S sieht. Dann steht S' senkrecht auf der Ocularaxe. Nun bringt man, was nach einigen Versuchen leicht gelingt, mit Hilfe eines Pinsels auf dem Spiegel S einen Punkt P an, welcher beim Rotiren seine Lage nicht ändert, und stellt das Loch im Spiegel S' so, dass es bei der Rotation ebenfalls an Ort und Stelle bleibt. Hierdurch sind Punkte der beiden Rotationsaxen gewonnen. Stellt man nun das Ocular (mit Hilfe von Schrauben) so, dass man, durch das Loch in S' hindurchsehend, den Punkt P auf S und das Spiegelbild von L in S (oder eigentlich die vielen Spiegelbilder von P und L) in

Deckung sieht, so sind die beiden Axen nicht nur parallel, sondern sie fallen auch zusammen.

Als Ocular könnte man in der einfachsten Weise einen Spiegel, dessen Ebene die Axe enthält, anwenden, und ich habe dies bei dem ersten Rudiment meines Apparates auch gethan. Allein man verliert hierdurch die Hälfte des Gesichtsfeldes. Ein total reflectirendes Prisma ist deshalb viel vortheilhafter. In der Figur 22 stelle ABC einen ebenen Schnitt senkrecht zu der Hypothenusenfläche und den Kathetenflächen des total reflectirenden Ocularprismas vor. Dieser Schnitt enthalte zugleich die Rotationsaxe $ONPQ$, welche parallel zu AB ist. Der Strahl, welcher nach der Axe QP fortgeht, muss nach der Brechung und Reflexion im Prisma wieder nach der Axe NO fortgehen und das (in der Axe befindliche) Auge O treffen. Wenn dies erfüllt ist, können die Punkte der Axe bei der Rotation keine Verschiebung erfahren und der Apparat ist centrirt. Der betreffende Strahl muss also den Mittelpunkt M von AB treffen und schneidet demnach, weil er unter dem Incidenzwinkel von 45^0 auf Crownglas fällt, AB unter etwa $16^0\ 40'$. Hiernach muss OP um etwa 0.115. AB von der Axe abstehen, welches Verhältniss am besten empirisch hergestellt wird, indem man das Prisma im Ocular so verschiebt, dass Schwankungen der Objecte in gg bei der Rotation wegfallen.

Figur 22.

Die Figur 22 macht zugleich das Gesichtsfeld für das Auge in O ersichtlich. Der Strahl OA (welcher eben senkrecht auf AC fällt) wird an AB nach AC reflectirt und geht nach S. Der Strahl OR hingegen wird bei B reflectirt und tritt gebrochen nach T aus.

Der Apparat erwies sich bei meinen bisherigen Versuchen in jeder Beziehung als ausreichend. Bringt man ein gedrucktes

Blatt nach *gg*, und rotirt so rasch, dass dessen Bild ganz verwischt wird, so kann man die Schrift durch das Ocular bequem lesen. Die Umkehrung wegen der Spiegelung könnte beseitigt werden, wenn man über dem rotirenden Ocularprisma ein zweites festes Reflexionsprisma anbringen würde, welche Complication mir aber unnöthig schien.

Bisher habe ich, ausser einigen physikalischen Versuchen, nur Rotationsversuche mit verschiedenen kleinen Wirbelthieren (Vögeln, Fischen) angestellt, und meine (in der Schrift über „Bewegungsempfindungen") angegebenen Daten durchaus bestätigt gefunden. Es wäre aber wohl auch förderlich, wenn man mit Insecten und andern, namentlich niederen Thieren (Seethieren) ähnliche Versuche durchführen würde.

Seither sind solche Versuche, die sich als recht lehrreich erwiesen haben, von Schäfer (Naturwissenschaftliche Wochenschrift, No. 25, 1891), von Loeb (Heliotropismus der Thiere, Würzburg 1890, S. 117) u. A. ausgeführt worden. Was ich gegenwärtig sonst noch über den Orientirungssinn zu sagen hätte, findet sich in meinem Vortrag „Ueber Orientirungsempfindungen" (Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, 1897, auch „Populär-wissenschaftliche Vorlesungen, 3. Aufl., 1903). Insbesondere möchte ich aber hinweisen auf Breuer's Untersuchungen über die Otolithenapparate, Pollak's und Kreidl's Versuche an Taubstummen, Kreidl's Experimente an Krebsen, vor allem aber auf das grundlegende Werk von Ewald „Ueber das Endorgan des Nervus octavus", Wiesbaden 1892[1]).

14.

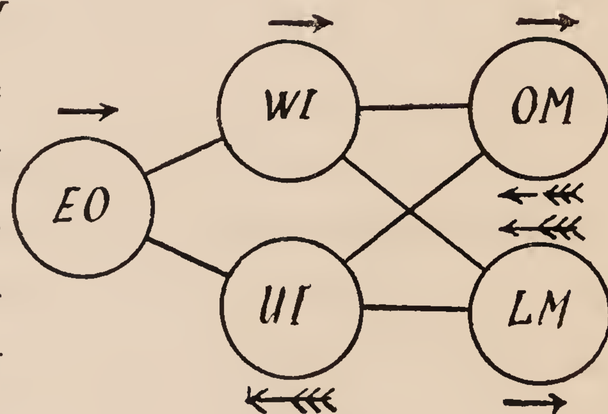
Ohne den Thatsachen Gewalt anzuthun, welche in meiner Schrift über Bewegungsempfindungen beschrieben sind, legen die eben besprochenen Beobachtungen die Möglichkeit nahe, die Auffassung dieser Thatsachen zu modificiren, wie wir dies im Folgen-

---

1) Ich muss hier noch erwähnen die Arbeit von N. Ach, Ueber die Otolithenfunction und den Labyrinthtonus. Pflüger's Archiv 1901.

den andeuten wollen. Es bleibt höchst wahrscheinlich, dass ein Organ im Kopfe existirt, wir wollen es das Endorgan (*EO*) nennen, welches auf Beschleunigungen reagirt, und durch dessen Vermittlung wir zur Kenntniss von Bewegungen gelangen. Mir selbst erscheint die Existenz von Bewegungsempfindungen von der Natur der Sinnesempfindungen nicht zweifelhaft und ich kann kaum verstehn, wie Jemand, der die fraglichen Versuche an sich selbst wirklich wiederholt hat, diese Empfindungen leugnen kann. Statt sich aber vorzustellen, dass das Endorgan besondere Bewegungsempfindungen erregt, welche von diesem Apparat wie von einem Sinnesorgan ausgehen, könnte man auch annehmen, dass dasselbe lediglich reflectorisch Innervationen auslöst. Innervationen können willkürlich und bewusst oder unwillkürlich und unbewusst sein. Die beiden verschiedenen Organe, von welchen sie ausgehen, bezeichnen wir mit *WI* und *UI*. Beide können auf den oculomotorischen (*OM*) und den locomotorischen Apparat (*LM*) übergehen.

Betrachten wir nun das nebenstehende Schema. Wir leiten im Sinne des glatten Pfeiles willkürlich, also von *WI* aus, eine active Bewegung ein, welche sich im Sinne der glatten Pfeile auf *OM* und *LM* überträgt. Die zugehörige Innervation, deren Antecedens oder Consequens empfinden wir unmittelbar. Eine besondere hiervon verschiedene Bewegungsempfindung wäre also in diesem Falle unnöthig. Ist nun die Bewegung im Sinne des glatten Pfeiles eine (uns überraschende) passive, so gehen erfahrungsgemäss von *EO* über *UI* Reflexe aus, welche compensirende Bewegungen hervorbringen, was wir durch die gefiederten Pfeile andeuten. Betheiligt sich *WI* nicht, und gelingt die Compensation, so fällt hiermit auch die Bewegung und die Forderung einer Bewegungsempfindung weg. Wird aber die compensirende Bewegung von *WI* aus (absichtlich) unterdrückt, so ist hierzu



Figur 23.

wieder dieselbe Innervation, wie bei der activen Bewegung nöthig, und sie liefert auch wieder die gleiche Bewegungsempfindung.

Das Organ *EO* ist also zu *WI* und *UI* so gestimmt, dass in den beiden letzteren mit demselben Bewegungsreiz des ersteren entgegengesetzte Innervationen zusammentreffen. Ausserdem haben wir aber noch folgende Verschiedenheit in der Beziehung von *EO* zu *WI* und *UI* zu bemerken. Für *EO* ist der Bewegungsreiz natürlich derselbe, ob die eingeleitete Bewegung eine passive oder active ist. Auch bei einer activen Bewegung würden die von *WI* ausgehenden Innervationen in ihrem Erfolg durch *EO* und *UI* aufgehoben, wenn nicht zugleich von *WI* mit der willkürlichen Innervation eine Hemmung nach *EO* oder *UI* ausginge. Den Einfluss von *EO* auf *WI* haben wir uns viel schwächer vorzustellen, als jenen auf *UI*. Denken wir uns etwa drei Thiere *WI*, *UI* und *EO*, welche die Arbeit so getheilt hätten, dass das erste nur Angriffs-, das zweite nur Abwehr- oder Fluchtbewegungen ausführte, während das dritte als Wächter aufgestellt wäre, mit einander zu einem neuen Wesen verbunden, wobei *WI* eine dominirende Stellung einnähme, so würde dies ungefähr dem dargestellten Verhältniss entsprechen. Es wird sich auch manches zu Gunsten einer derartigen Auffassung der höheren Thiere anführen lassen [1]).

Ich will das eben Ausgesprochene nicht für ein vollständiges und nach allen Seiten zutreffendes Bild der Thatsachen ausgeben, bin mir vielmehr der Mängel meiner Ausführung bewusst. Das dem entwickelten Hauptgrundsatz (S. 51) entsprechende Streben aber, alle Raum- und Bewegungsempfindungen, welche im Gebiete des Gesichts- und Tastsinnes, bei der Ortsbe-

---

1) Wenn ich einen kleinen Vogel mit der Hand anfassen will, so benimmt er sich dieser Hand gegenüber gerade so, wie sich etwa ein Mensch gegen einen riesigen Tintenfisch verhalten würde. — Bei Betrachtung einer Gesellschaft kleiner Kinder, deren Bewegungen noch wenig überlegt und geübt sind, machen namentlich die Hände und die Augen sehr stark den Eindruck polypenartiger Wesen. Selbstverständlich können solche Eindrücke keine wissenschaftliche Frage entscheiden, es kann aber sehr anregend sein, sich denselben zeitweilig hinzugeben.

wegung, als Schatten selbst bei der Erinnerung an die Locomotion, beim Gedanken an einen fernen Ort u. s. w. auftreten, auf **einerlei** Empfindungsqualität zurückzuführen, wird man gerechtfertigt finden. Die Annahme, dass diese Empfindungsqualität der Wille sei, soweit er sich auf Raumlage und räumliche Bewegung bezieht, oder die Innervation, präjudicirt der weiteren Forschung nicht, und stellt nur die Thatsachen dar, soweit sie bis jetzt bekannt sind[1]).

15.

Aus den Erörterungen des vorigen Kapitels über Symmetrie und Aehnlichkeit können wir ohne weiteres den Schluss ziehen, dass gleichen Richtungen gesehener Linien gleichartige Innervationen, zur Medianebene symmetrischen Linien sehr ähnliche Innervationen, dem Blick nach oben und unten, in die Ferne und in die Nähe aber sehr verschiedene Innervationen entsprechen, was nach den Symmetrieverhältnissen des motorischen Apparates der Augen grösstentheils auch von vornherein zu erwarten ist. Hiermit allein ist schon eine ganze Reihe eigenthümlicher physiologisch-optischer Phänomene aufgeklärt, die bisher kaum beachtet worden sind. Ich komme nun aber zu dem, nach physikalischer Schätzung wenigstens, wichtigsten Punkt.

Der Raum des Geometers ist ein Vorstellungsgebilde von dreifacher Mannigfaltigkeit, welches sich auf Grundlage von manuellen und intellectuellen Operationen entwickelt hat. Der optische Raum (Hering's Sehraum) steht in einer ziemlich complicirten geometrischen Verwandtschaft zu dem vorigen. Man kann mit Hilfe bekannter Ausdrücke die Sache noch am besten darstellen, wenn man sagt, dass der optische Raum den geometrischen (Euklides'schen) in einer Art Reliefperspective abbilde, was sich teleologisch auch erklären lässt. Jedenfalls ist

---

2) Vergl. die Ansicht von Hering in Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. 3, 1. Th., S. 547.

aber auch der optische Raum eine dreifache Mannigfaltigkeit. Der Raum des Geometers zeigt in jedem Punkte und nach allen Richtungen dieselben Eigenschaften, was vom physiologischen Raum durchaus nicht gilt. Der Einfluss des physiologischen Raumes ist aber in der Geometrie noch vielfach zu bemerken. Wenn wir z. B. convexe und concave Krümmung unterscheiden, so ist dies ein solcher Fall. Der Geometer sollte eigentlich nur die Abweichung vom Mittel der Ordinaten kennen.

16.

So lange man sich vorstellt, dass die (12) Augenmuskel einzeln innervirt werden, ist man nicht im Stande, die fundamentale Thatsache zu verstehen, dass der optische Raum als dreifache Mannigfaltigkeit sich darstellt. Ich habe diese Schwierigkeit Jahre lang gefühlt und auch die Richtung erkannt, in welcher nach dem Princip des Parallelismus des Physischen und Psychischen die Aufklärung zu suchen ist; die Auflösung selbst blieb mir wegen mangelhafter Erfahrung auf diesem Gebiete verborgen. Desto besser weiss ich Hering's Verdienst zu schätzen, der dieselbe gefunden hat. Den drei optischen Raumcoordinaten, Höhen, Breiten- und Tiefenempfindung (Hering, Beiträge zur Physiologie. Leipzig, Engelmann, 1861—65) entspricht nämlich nach den Ausführungen desselben Forschers (Die Lehre vom binocularen Sehen. Leipzig, Engelmann, 1868) auch nur eine dreifache Innervation, welche beziehungsweise Rechts- oder Linkswendung, Erhebung oder Senkung und Convergenz der Augen hervorruft. Darin liegt für mich die wichtigste und wesentlichste Aufklärung[1]). Ob man nun die Innervation selbst für die Raumempfindung hält, oder sich vor oder hinter derselben erst die Raumempfindung vorstellt, was sofort zu entscheiden weder leicht noch nothwendig sein dürfte, jedenfalls wirft die Hering'sche Darlegung ein ausgiebiges Licht in die psychische Tiefe des Sehprocesses. Auch die in Bezug auf Symme-

1) Dies ist der Punkt, auf welchen oben (S. 101 Anmerkung 1 und S. 114) hingewiesen wurde.

trie und Aehnlichkeit von mir angeführten Erscheinungen fügen sich dieser Auffassung sehr gut, was weiter darzulegen wohl unnöthig ist[1]).

---

1) Hiermit verschwindet auch die Schwierigkeit, die ich noch 1871 empfand, und in meinem Vortrag über „die Symmetrie“, Prag, Calve, 1872, mit den Worten aussprach: „Wenn nun auch von Geburt Einäugige ein gewisses Gefühl für Symmetrie haben, so ist dies freilich ein Räthsel. Freilich kann das Symmetriegefühl, wenn auch zunächst durch die Augen erworben, nicht auf diese beschränkt bleiben. Es muss sich wohl auch noch in andern Theilen des Organismus durch mehrtausendjährige Uebung des Menschengeschlechtes festsetzen und kann dann nicht mit dem Verlust des einen Auges sofort wieder verschwinden.“ (Abgedruckt in: Populär-wissenschaftliche Vorlesungen, 3. Aufl., S. 109.) — In der That *bleibt* der *symmetrische Innervationsapparat*, auch wenn das *eine Auge* verloren geht.

VIII. Der Wille.

1.

Im Vorigen wurde vielfach der Ausdruck „Wille“ gebraucht und es sollte damit nur ein allgemein bekanntes psychisches Phänomen bezeichnet werden. Ich verstehe unter dem Willen kein besonderes psychisches oder metaphysisches Agens, und nehme keine eigene psychische Causalität an. Ich bin vielmehr mit der überwiegenden Zahl der Physiologen und modernen Psychologen überzeugt, dass die Willenserscheinungen aus den organisch-physischen Kräften allein, wie wir kurz, aber allgemein verständlich sagen wollen, begreiflich sein müssen. Ich würde dies als selbstverständlich gar nicht besonders betonen, wenn nicht die Bemerkungen mancher Kritiker bewiesen hätten, dass es doch nöthig ist.

Die Bewegungen niederer Thiere, nicht minder die ersten Bewegungen der Neugebornen, werden unmittelbar durch den Reiz ausgelöst, erfolgen ganz maschinenmässig, sind Reflexbewegungen. Auch in spätern Lebensstadien der höhern Thiere fehlen solche Reflexbewegungen nicht, und wenn wir Gelegenheit haben, dieselben, etwa die Sehnenreflexe, an uns zum ersten Mal zu beobachten, so sind wir von denselben nicht minder überrascht, als von irgend einem unerwarteten Ereigniss in unserer Umgebung. Das beschriebene Verhalten des jungen Sperlings beruht auf Reflexbewegungen. Das junge Hühnchen pickt ganz maschinenmässig nach allem, was es sieht, so wie das Kind nach allem Auffallenden greift, und andererseits die Glieder vor jeder unangenehmen Berührung ohne Mitwirkung des Intellects zurück-

zieht. Es bestehen eben organische Einrichtungen, welche die Erhaltung des Organismus bedingen. Folgen wir den Ansichten von Hering über die lebendige Substanz, wonach diese dem Gleichgewicht der antagonistischen Vorgänge in derselben zustrebt, so müssen wir eine solche Erhaltungstendenz (oder thatsächliche Stabilität) schon den Elementen der Organismen zuschreiben.

Sinnliche Reize können durch Erinnerungsbilder theilweise oder ganz vertreten werden. Alle im Nervensystem zurückbleibenden Gedächtnissspuren wirken mit den Sinnesempfindungen reflexauslösend, fördernd, hemmend, modificirend zusammen. So entsteht die willkürliche Bewegung, welche wir als eine durch Erinnerungen modificirte Reflexbewegung, wenigstens im Princip, begreifen können, soviel auch an dem Verständniss im Einzelnen noch fehlen mag. Das Kind, welches sich einmal an der glänzenden Flamme gebrannt hat, ergreift dieselbe nicht mehr, weil der Angriffsreflex durch den antagonistischen Fluchtreflex, welchen die Schmerzerinnerung auslöst, gehemmt ist. Das Hühnchen pickt anfangs nach allem, wählt aber bald unter dem Einflusse der theils hemmenden, theils fördernden Geschmackserinnerung. Der allmählige Uebergang der Reflexbewegung in die Willkürhandlung ist an unserm Sperling (S. 62) sehr schön zu verfolgen. Für das reflectirende Subject liegt das Charakteristische der Willkürhandlung zum Unterschiede von der Reflexbewegung darin, dass es das Bestimmende derselben in den eigenen Vorstellungen erkennt, welche diese Handlung anticipiren (S. 82).

2.

Die psychischen Vorgänge, welche die Willkürhandlung, die willkürliche Bewegung begleiten, sind von W. James[1]) und H. Münsterberg[2]) vortrefflich analysirt worden. Es scheint eine einfache und natürliche Ansicht, dass die wirkliche Bewegung an die vorgestellte sich ebenso associirt, wie eine Vorstellung an die andere. Bezüglich der Empfindungen aber, der Art, des Aus-

1) James, Psychologie, II, 486 ff.

2) Münsterberg, Die Willenshandlung, 1888.

maasses, der Anstrengung der Bewegung, welche mit Ausführung der Bewegung verbunden sind, stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Die eine, von Bain, Wundt, Helmholtz u. A. vertretene, nimmt an, dass die auf die Muskel abgehende Innervation selbst empfunden wird. Anderer Meinung sind James und Münsterberg. Sie halten alle kinästhetischen, die Bewegung begleitenden Empfindungen für peripherisch durch sensible Elemente in der Haut, dem Muskel, den Gelenken erregt.

Gegen den centralen Ursprung der kinästhetischen Empfindungen sprechen vor allem die Beobachtungen an Anästhetischen [1]), welche bei Ausschluss der Sinnesempfindungen über die passive Bewegung ihrer Glieder nichts auszusagen wissen, obgleich sie dieselben unter Leitung des Gesichtssinnes zu bewegen vermögen. Die Anstrengung eines faradisirten Muskels empfinden wir gerade so, wie jene eines willkürlich innervirten [2]). Die Annahme besonderer Innervationsempfindungen ist zur Erklärung der Erscheinungen unnöthig, daher nach dem Princip der Sparsamkeit zu vermeiden. Endlich werden solche Innervationsempfindungen auch nicht direct beobachtet. Eine besondere Schwierigkeit bilden gewisse optische Erscheinungen, auf die wir noch zurückkommen.

Das Gesetz der Association verbindet nicht nur ins Bewusstsein fallende Processe (Vorstellungen), sondern auch die verschiedenartigsten organischen Vorgänge. Wer in der Verlegenheit leicht erröthet, wer leicht an den Händen schwitzt u. s. w., beobachtet diese Processe meist sofort an sich, sobald er an dieselben erinnert wird. Ein Blendungsbild, welches sich Newton [3]) zum Zwecke des Studiums durch Blicken in die Sonne verschafft hatte, verschwand zwar wieder, trat aber trotz mehrtägigen Aufenthalts im Dunkeln durch mehrere Monate hindurch immer wieder mit voller sinnlicher Intensität hervor, sobald er sich desselben errinnerte. Nur durch lange fortgesetzte gewaltsame

---

1) James, a. a. O. II, 489.

2) James, a. a. O. II, 502.

3) King's Life of Locke, 1830, Vol. I, p. 404. — Brewster, Memoirs of Newton, 1855, Vol. I, p. 236.

psychische Ablenkung konnte er die lästige Erscheinung wieder los werden. Eine ähnliche Beobachtung theilt Boyle in seinem Buch über die Farben mit. Zusammengehalten mit diesen Thatsachen, erscheint die Association motorischer Processe an Vorstellungen nicht befremdlich.

3.

Durch einen apoplektischen Anfall, den ich ohne die geringste Bewusstseinstrübung erlitten habe, bin ich mit einem Theil der hier in Betracht kommenden Thatsachen vertraut geworden. Auf einer Eisenbahnfahrt merkte ich plötzlich, ohne sonstiges Uebelbefinden, eine vollständige Lähmung des rechten Armes und Beines, welches intermittirte, so dass ich mich zeitweilig anscheinend wieder ganz normal bewegen konnte. Nach einigen Stunden blieb dieselbe dauernd, und es gesellte sich auch eine Affection des rechten Facialis hinzu, welche mir nur leises und etwas erschwertes Sprechen gestattete. Meinen Zustand während der Perioden der vollständigen Lähmung kann ich nur so bezeichnen, dass ich sage: ich fühlte keine Anstrengung bei der Absicht, die Glieder zu bewegen, konnte aber in keiner Weise den Willen zur Bewegung aufbringen. In den Perioden der unvollständigen Lähmung und in der Zeit der Reconvalescenz hingegen schienen mir Arm und Bein ungeheure Lasten, die ich mit der grössten Anstrengung erhob. Es scheint mir sehr plausibel, dass dies von der energischen Innervation anderer Muskelgruppen neben jenen der gelähmten Extremitäten herrührte[1]). Die Sensibilität der gelähmten Glieder, mit Ausnahme einer Stelle am Schenkel, war vollständig erhalten, wodurch auch die Kenntniss der Lage und der passiven Bewegung vermittelt wurde. Die Reflexerregbarkeit der gelähmten Glieder fand sich enorm gesteigert, was sich namentlich durch heftiges Zucken beim leichtesten Erschrecken äusserte. Die optischen und haptischen Bewegungsbilder verblieben im Gedächtniss. Sehr oft des Tages wollte ich mit der rechten Hand etwas verrichten und musste mich erst auf die Unmöglichkeit, dies zu thun, besinnen. Lebhafte Träume von Clavierspielen

1) James, a. a. O. II, 503.

und Schreiben, begleitet von Verwunderung, wie gut das wieder von Statten gehe, und gefolgt von bitterer Enttäuschung beim Erwachen, sind auf dieselbe Quelle zurückzuführen. Auch motorische Hallucinationen kamen vor. Ich meinte oft ein Oeffnen und Schliessen der gelähmten Hand zu empfinden, wobei die Excursionen wie durch einen weiten, aber steifen Handschuh eingeschränkt schienen. Daraufsehen überzeugte mich aber, dass jede Spur von Bewegung fehlte. Ueber die Strecker dieser Hand habe ich noch jetzt (nach 4 Jahren) keine Herrschaft.

4.

Die Auffassung von James und Münsterberg schliesst sich diesen Thatsachen, wie ich glaube, ohne Zwang an, und wir dürfen sie daher im Wesentlichen für richtig halten. Nicht die Innervation wird empfunden, sondern die Folgen derselben setzen neue peripherische sensible Reize, welche an die Ausführung der Bewegung gebunden sind. Einige Schwierigkeiten hindern mich jedoch zu glauben, dass mit dieser Ansicht, welche ursprünglich auch die meinige[1]) war, der Sachverhalt vollständig durchschaut ist.

Man sollte meinen, dass der centrale Process, welcher die blosse Vorstellung einer Bewegung bedingt, doch in etwas sich von demjenigen unterscheiden müsste, der auch eine wirkliche Bewegung auslöst. Allerdings kann die Stärke des Processes, das Fehlen antagonistischer Vorgänge, die Ladung der Innervationscentren, mitbestimmend sein, doch wird man ein Bedürfniss nach weiterer Aufklärung kaum in Abrede stellen. Insbesondere muss der Unterschied im Verhalten der Augenmuskel und der übrigen willkürlich erregbaren Muskel näher untersucht werden. Die meisten Muskel haben variable Arbeiten zu verrichten, deren Betrag ungefähr zu kennen für uns von praktischer Wichtigkeit ist. Die Arbeit der Augenmuskel ist im Gegentheil nur gering und immer genau an die Aenderung der Stellung der Augen gebunden, welche letztere allein von optischer Bedeutung ist,

1) Bevor mir die Erscheinungen bei Lähmung der Augenmuskel bekannt waren (vor 1863).

während die Arbeit als solche gleichgiltig ist. Daher mögen die kinästhetischen Empfindungen bei den Muskeln der Extremitäten eine so viel grössere Rolle spielen.

5.

Von wie geringer Bedeutung die von den Augenmuskeln ausgehenden Empfindungen sind, hat Hering[1]) gezeigt. Gewöhnlich achten wir kaum auf die Bewegungen unserer Augen, und die Lage der Objecte im Raume bleibt von dieser Bewegung unbeeinflusst. Stellt man sich zwei mit den beweglichen Netzhäuten sich deckende Kugelflächen vor, welche im Raume fest bleiben, während sich die Netzhäute drehen, so könnte man bei flüchtiger Ueberlegung sogar glauben, dass die Raumwerthe der gesehenen Objecte nur durch die beiden Abbildungsorte auf den festen Kugeln bestimmt seien. Die S. 105 erwähnten Thatsachen nöthigen aber, diese Raumwerthe in zwei Componenten zu zerlegen, deren eine von den Coordinaten des Bildpunktes auf der Netzhaut, deren andere von den Coordinaten des Blickpunktes abhängt, und welche Componenten bei willkürlichen Aenderungen des Blickpunktes sich gegenseitig compensirende Aenderungen erfahren[2]). Wenn man nun eine Empfindung der Innervation nicht annimmt, den peripherisch erregten kinästhetischen Empfindungen der Augenmuskel aber die Bedeutung abspricht, so bleibt allerdings nur übrig (mit Hering) den Ort der Aufmerksamkeit als durch einen bestimmten psychophysischen Process bedingt anzusehen, der zugleich das physische Moment ist, welches die entsprechende Innervation der Augenmuskel auslöst[3]). Dieser Process ist aber doch ein centraler, und die „Aufmerksamkeit“, von dem „Willen zu sehen“, doch kaum

---

1) Hering in Hermann's Handbuch der Physiologie, III, 1, 547. Vgl. auch Hillebrand, Verhältniss der Accommodation und Convergenz zur Tiefenlocalisation. Zeitschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorgane, VII, S. 97 fg.

2) Vgl. S. 94; Hering, a. a. O. 533, 534. — Ob die Ansicht, dass die Aenderung der Raumwerthe sofort mit dem Wechsel der Aufmerksamkeit vollzogen ist, mit der Seite 107 erwähnten Thatsache in Einklang gebracht werden kann, vermag ich jetzt nicht zu entscheiden.

3) Hering, a. a. O. 547, 548.

verschieden. Somit könnte ich meinen Ausdruck S. 107 im Wesentlichen doch festhalten, denn welcher von der Reihe der vom Centrum aus erregten und ablaufenden Processe in die Empfindung eingeht, kann für manche Frage zunächst dahingestellt bleiben.

6.

In der S. 127 versuchten Erklärung könnte man nach dem Obigen die beiden antagonistischen Innervationen durch zwei antagonistische Aufmerksamkeitsprocesse ersetzen, einen durch den sensiblen Reiz und einen central erregten. Der von James[1]) vorgebrachten Erklärung der Erscheinungen bei Augenmuskellähmungen, welche wenigstens in der Form in das bedenkliche Fahrwasser der „unbewussten Schlüsse“ einzulenken scheint, könnte ich nicht zustimmen. Es handelt sich in dem fraglichen Fall wohl um Empfindungen und nicht um die Ergebnisse der Ueberlegung.

Die Augenmuskel dienen nur der räumlichen Orientirung, die Muskel der Glieder vorzugsweise der mechanischen Arbeit. Es liegen also hier zwei extreme Fälle vor, zwischen welchen es auch Mittelfälle geben wird. Sieht man das neugeborne Hühnchen mit voller Sicherheit picken und treffen, so kann man wohl glauben, dass dessen Kopf- und Halsmuskel sich einigermaassen ähnlich wie die Augenmuskel, als räumlicher Orientirungsapparat, verhalten. Die zuckenden Kopfbewegungen vorwärtsschreitender Vögel werden wohl wie die nystagmischen Kopfwendungen bei Drehung im Interesse der Orientirung ausgeführt. Ganz ohne Analogie zu den Augenmuskeln werden auch die Muskel der Extremitäten nicht sein. Wie sollten wir sonst die haptische Raumvorstellung des Blinden verstehen? Es ist doch schwer, eine nativistische Theorie des Sehraumes mit einer empiristischen Theorie des Tastraumes zu vereinigen[2]).

1) James, a. a. O. II, 506.
2) Vgl. S. 111, Anm. 2 u. S. 114.

IX. Eine biologisch-teleologische Betrachtung über den Raum[1]).

I.

Es ist schon wiederholt darauf hingewiesen worden, wie sehr sich das System unserer Raumempfindungen, der physiologische Raum, wenn wir so sagen dürfen, von dem geometrischen Raum (wir meinen hier den Euklidischen Raum) unterscheidet. Dies gilt nicht nur für den Sehraum, sondern auch für den haptischen Raum des Blinden im Vergleich zum geometrischen Raum. Der geometrische Raum ist überall und nach allen Richtungen gleich beschaffen, unbegrenzt und unendlich (im Riemann'schen Sinne). Der Sehraum ist begrenzt und endlich, ja sogar, wie der Anblick des abgeplatteten „Himmelsgewölbes" lehrt, in verschiedener Richtung von ungleicher Ausdehnung. Durch das Schrumpfen der Körper bei Entfernung, durch das Schwellen bei Annäherung derselben gleicht der Sehraum viel mehr manchen Gebilden der Metageometer als dem Euklidischen Raum. Die Verschiedenheit des „oben" und „unten", des „vorn" und „hinten", genau genommen auch des „rechts" und „links", theilt der haptische Raum mit dem Sehraum. Solche Unterschiede fehlen im geometrischen Raum. Der physiologische

1) Dieser Gegenstand kann hier nicht ausführlich erörtert werden. Ich verweise auf meine Artikel in „The Monist", von welchen der erste im April 1901, der zweite im Juli 1902 erschienen ist. — Die hier angedeuteten physiologischen Betrachtungen sind zum Theil mit jenen Wlassak's verwandt, welche er am Schluss seines schönen Referates „über die statischen Functionen des Ohrlabyrinthes" (Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie XVII, 1, S. 28) mittheilt, nur nehme ich nicht eine sondern zwei Reactionen auf die betreffenden Reize an. Vgl. auch die oben citirten Stellen von Hering und James, Psychology II, S. 134 u. f.

Raum verhält sich zum geometrischen für den Menschen und die Thiere von ähnlichem Bau ungefähr wie ein triklines zu einem tesseralen Medium. Dies gilt für Menschen und Thiere, solange diesen nicht die Freiheit der Bewegung und der Orientirung zukommt. Mit der Beweglichkeit nähert sich der physiologische Raum dem Euklidischen, ohne ihn jedoch in der Einfachheit seiner Eigenschaften vollständig zu erreichen. Mit dem geometrischen Raum hat der physiologische gemein die dreifache Mannigfaltigkeit und die Continuität. Der stetigen Bewegung des Punktes A im geometrischen Raum entspricht eine ebensolche des Punktes A′ im physiologischen Raum. Es genügt auf die Schwierigkeit hinzuweisen, welche die Lehre von den Antipoden zu überwinden hatte, um zu zeigen, dass geometrische Raumvorstellungen durch physiologische getrübt werden können. Auch unsere abstracteste Geometrie bedient sich nicht rein metrischer Begriffe, sondern verwendet noch physiologische Vorstellungen, wie Richtung, Sinn, rechts, links u. s. w.

Um Physiologisches und Geometrisches reinlich zu sondern, haben wir zu bedenken, dass unsere Raumempfindungen bestimmt sind durch die Abhängigkeit der Elemente, die wir ABC . . . genannt haben, von Elementen unseres Leibes KLM . . ., dass aber die geometrischen Begriffe sich ergeben durch räumliche Vergleichung der Körper, durch die Beziehungen der ABC . . . untereinander.

2.

Betrachten wir die Raumempfindungen nicht als isolirte Erscheinungen, sondern in ihrem biologischen Zusammenhang, in ihrer biologischen Function, so werden dieselben, teleologisch wenigstens, verständlicher. Sobald ein Organ oder ein System von Organen gereizt wird, treten reflectorisch, als Reaction, im allgemeinen zweckmässige Bewegungen ein, welche je nach der Art des Reizes Abwehr- oder Angriffsbewegungen sein können. Einem Frosch mögen z. B. nacheinander verschiedene Hautstellen durch Säuretropfen gereizt werden. Er wird auf jede

Reizung mit einer specifischen, der gereizten Stelle entsprechenden, Abwehrbewegung antworten. Reizung der Netzhautstellen lösen den ebenso specificirten Schnappreflex aus. Das heisst: Auf verschiedenen Wegen in den Organismus eintretende Veränderungen pflanzen sich auch nach aussen wieder auf verschiedenen Wegen in die Umgebung des Thieres fort. Sollen nun derartige Reactionen bei complicirteren Lebensbedingungen auch spontan, d. h. auf einen leisen Anstoss hin, durch Erinnerung eintreten, und durch Erinnerungen modificirbar sein, so müssen Spuren, welche der Art des Reizes *und* den gereizten *Organen* entsprechen, im Gedächtniss zurückbleiben. Wie die Selbstbeobachtung lehrt, erkennen wir nicht nur die *Gleichheit* der Reizqualität des Brennens, welche Stelle auch davon betroffen sei, sondern *unterscheiden* zugleich auch die gereizten Stellen. Wir dürfen also annehmen, dass der qualitativ gleichen Empfindung ein *differenter* Bestandtheil anhaftet, der von der specifischen Natur des gereizten Elementarorgans, von der gezeizten Stelle, oder mit *Hering* zu reden, von dem *Ort der Aufmerksamkeit* abhängt. So gewinnt also jedes Sinnesgebiet sein eigenes Gedächtniss mit seiner eigenen räumlichen Ordnung. Die intime gegenseitige biologische Anpassung einer *Vielheit* von zusammenhängenden Elementarorganen kommt eben in der Raumwahrnehmung besonders deutlich zum Ausdruck.

3.

Wir nehmen bloss *eine* Art von Bewusstseinselementen an: Empfindungen. Sofern wir räumlich wahrnehmen, beruht dies nach unserer Auffassung auf Empfindungen. Welcher Art diese Empfindungen sind, und welche Organe hierbei thätig werden, müssen wir dahingestellt sein lassen. Wir denken uns ein System von Elementarorganen gemeinsamer embryologischer Abstammung *natürlich* so angeordnet, dass die benachbarten Elemente die grösste ontogenetische Verwandtschaft aufweisen, dass diese aber mit deren Entfernung abnimmt. Die von der Individualität des Organs allein abhängige *Organempfindung*, welche

dem Verwandtschaftsgrade parallel variirt, soll der Raumempfindung entsprechen, von welcher wir die von der Reizqualität abhängige Empfindung als Sinnesempfindung unterscheiden. Organempfindungen und Sinnesempfindungen können nur miteinander auftreten[1]). Die sich gleichbleibenden Organempfindungen bilden aber den variirenden Sinnesempfindungen gegenüber bald ein festes Register, in welches letztere eingeordnet werden. Wir machen hier über die Elementarorgane nur ähnliche Voraussetzungen, wie wir sie in Bezug auf getrennte Individuen gleicher Abstammung, aber verschiedenen Grades der Verwandtschaft, natürlich finden würden.

4.

Die Raumwahrnehmung ist aus dem biologischen Bedürfniss hervorgegangen, und wird auch aus diesem am besten zu verstehen sein. Ein unendliches System von Raumempfindungen wäre für den Organismus nicht nur zwecklos, sondern auch physikalisch und physiologisch unmöglich. Wertlos wären auch gegen den Leib nicht orientirte Raumempfindungen. Vorteilhaft ist auch, dass der Sehraum für nähere, biologisch wichtigere Objecte die Empfindungsindices stärker abstuft, während dafür in Bezug auf fernere, weniger wichtige Objecte mit dem begrenzten Vorrath der Indices gespart wird. Auch ist dies Verhältniss das einzig physikalisch mögliche.

Die motorische Organisation des Sehapparates wird durch folgende Ueberlegung verständlich. Die grössere Deutlichkeit, feinere Unterscheidung an einer Netzhautstelle des Wirbelthierauges ist eine ökonomische Einrichtung. Hiermit ist eine dem Wechsel der Aufmerksamkeit folgende Bewegung der Augen ebenso als vortheilhaft, wie ein (irreführender) Einfluss der willkürlichen Augenbewegung auf die von ruhenden Objecten ausgelöste Raumempfindung als nachtheilig erkannt. Die Bildverschiebung auf der ruhenden Netzhaut, die Objectbewegung

---

1) So werden auch die inneren Organe erst dann empfunden und localisirt, wenn deren Gleichgewichtszustand überhaupt gestört wird.

bei ruhendem Blick zn erkennen, ist jedoch eine biologische Nothwendigkeit. Unnöthig war es nur für den Organismus, die Wahrnehmung der Ruhe des Objectes auch in dem sehr seltenen Fall zu sichern, dass das Auge durch einen bewusstseinsfremden Umstand (eine äussere mechanische Kraft, Muskelzucken) bewegt wird. Die obigen Forderungen sind nur zu vereinigen, indem bei willkürlicher Augenbewegung die derselben entsprechende Bildverschiebung auf der Netzhaut in Bezug auf den Raumwert durch die willkürliche Bewegung eben compensirt wird. Hieraus folgt aber, dass bei festgehaltenem Auge die ruhenden Objecte durch die blosse Bewegungsintention des Auges eine Verschiebung im Sehraum erfahren müssen. Durch das betreffende Experiment (S. 106) ist auch die zweite der beiden sich compensirenden Componenten direct nachgewiesen. Auf diesen organischen Einrichtungen beruht es, dass wir unter besonderen Umständen mit ruhendem Auge ruhende Objecte bewegt, mit fliessenden Raumwerten sehen, dass wir bewegte Körper sehen, die doch ihre relative Lage gegen unsern Leib nicht ändern, die sich weder entfernen oder nähern. Was aber unter diesen besondern Umständen paradox erscheint, hat unter den gewöhnlichen, der spontanen Locomotion, seine hohe biologische Wichtigkeit.

Die Verhältnisse des haptischen Raumes sind, von gewissen Eigenthümlichkeiten abgesehen, ganz ähnliche, wie jene des Sehraums. Der Tastsinn ist kein Fernsinn, womit das perspektivische Schrumpfen und Schwellen der Tastobjecte entfällt. Sonst aber begegnen wir hier verwandten Erscheinungen. Der Macula lutea entsprechen die Fingerspitzen. Wir wissen es ganz wohl zu unterscheiden, ob wir mit den Fingerspitzen über ein ruhendes Object hinstreichen, oder ob sich ein Object über die ruhenden Fingerspitzen hinbewegt. Auch die analogen paradoxen Erscheinungen bei Drehschwindel treten hier ein. Sie waren schon Purkinje bekannt.

5.

Allgemein biologische Erwägungen drängen zu einer homogenen Auffassung des optischen und haptischen Raumes.

Ein neugeborenes Hühnchen bemerkt ein kleines Object und blickt und pickt sofort nach demselben. Durch den Reiz wird ein gewisses Gebiet des Sinnesorgans und des Centralorgans erregt, wodurch ganz automatisch sowohl die Blickbewegung der Augenmuskel als auch die Pickbewegung der Kopf- und Halsmuskel ausgelöst wird. Die Erregung desselben Nervengebietes, das einerseits durch den geometrischen Ort des physikalischen Reizes bestimmt ist, muss andererseits als die Grundlage der Raumempfindung angesehen werden. Aehnlich wie jenes Hühnchen, verhält sich auch ein Kind, das einen glänzenden Gegenstand bemerkt, nach demselben blickt und greift. Ausser den optischen Reizen können auch andere Reize, akustische, thermische, Geruchsreize, selbstverständlich auch bei Blinden, Greif- oder Abwehrbewegungen auslösen. Denselben Bewegungen werden auch dieselben Reizstellen und dieselben Raumempfindungen entsprechen. Die den Blinden erregenden Reize sind nur im allgemeinen auf einen engeren Umkreis beschränkt und von weniger scharfer Ortsbestimmung. Daher wird auch das System seiner Raumempfindungen etwas dürftiger und verschwommener sein, und bei Mangel besonderer Erziehung auch bleiben. Man denke etwa an einen Blinden, der eine ihn umschwirrende Wespe abwehrt.

Es müssen, wenn auch naheliegende, doch zum Theil verschiedene Gebiete des Centralorgans in Anspruch genommen werden, je nachdem mich ein Object reizt, denselben den Blick zuzuwenden, oder dasselbe zu ergreifen. Geschieht beides zugleich, so ist das Gebiet natürlich grösser. Aus biologischen Gründen werden wir erwarten, dass die zwar verwandten, wenn auch nicht identischen, Raumempfindungen verschiedener Sinnesgebiete associativ verschmelzen und sich gegenseitig unterstützten, wie es in der That der Fall ist.

Hiemit ist das Gebiet der Erscheinungen, welche uns angehen, nicht erschöpft. Ein Hühnchen kann nach einem Object blicken, nach demselben picken, oder durch den Reiz sogar bestimmt werden, sich hinzuwenden, hinzulaufen. Ein Kind,

das nach einem Ziel kriecht, das dann eines Tages aufsteht und mit einigen Schritten auf das Ziel zuläuft, verhält sich ebenso. Wir werden alle diese Fälle, welche allmälig in einander übergehen, in homogener Weise auffassen müssen. Es werden wohl immer gewisse Hirntheile sein, welche, in verhältnissmässig einfacher Weise gereizt, einerseits die Raumempfindungen bestimmen, andererseits die zuweilen recht complicirten automatischen Bewegungen auslösen. Optische, thermische, akustische, chemische, galvanische Reize können zu ausgiebiger Locomotion und Aenderung der Orientirung anregen, und diese kann auch bei Thieren, die von Haus aus oder durch Rückbildung blind sind, eingeleitet werden.

6.

Wenn man einen gleichförmig dahin kriechenden Tausendfuss (Julus) beobachtet, kann man sich des Gedankens nicht erwehren, dass von irgend einem Organ desselben ein gleichmässiger Reizstrom ausgeht, der von den Bewegungsorganen der aufeinander folgenden Leibessegmente mit rhythmischen automatischen Bewegungen beantwortet wird. Durch den Phasenunterschied der hinteren Segmente gegen die vorderen entsteht die Longitudinalwelle, welche mit maschinenmässiger Regelmässigkeit durch die Füsschen des Thieres dahinzuziehen scheint. Analoge Vorgänge bei höher organisirten Thieren können nicht fehlen, und fehlen auch nicht. Wir weisen nur auf die Erscheinungen bei Labyrinthreizungen hin, z. B. auf die bekannten nystagmischen Augenbewegungen, welche bei activer und passiver Drehung ausgelöst werden. Gibt es nun Organe, wie bei jenem Tausendfuss, durch deren einfache Reizung die complicirten Bewegungen einer bestimmten Art von Locomotion eingeleitet werden, so kann man diese einfache Reizung, falls sie bewusst ist, als den Willen zu dieser Locomotion ansehen, oder als die Aufmerksamkeit auf diese Locomotion, welche von selbst letztere nach sich zieht. Zugleich erkennt man es als ein Bedürfniss des Organismus, den Effect der Locomotion in entsprechend einfacher Weise zu empfinden. In der That er-

scheinen jetzt die Gesichts- und Tastobjecte mit variirenden, fliessenden Raumwerten, anstatt mit stabilen. Auch bei möglichstem Ausschluss von Gesichts- und Tastempfindungen bleiben Beschleunigungsempfindungen übrig, welche Bilder variirender Raumwerte, mit welchen sie oft verknüpft waren, associativ hervorrufen. Zwischen dem Anfangs- und Endglied des Processes liegen die Empfindungen der bewegten Extremitäten, die aber gewöhnlich nur bei Eintritt eines Hindernisses, welches zu Modification der Bewegung nöthigt, zu vollem Bewusstsein kommen.

Während der als Ganzes unbewegte Mensch nur begrenzte, örtlich individuelle, und in Bezug auf seinen Leib orientirte Raumempfindungen kennt, haben die bei Locomotion und Aenderung der Orientirung auftretenden Sensationen den Charakter der Gleichmässigkeit und Unerschöpflichkeit. Erst auf Grund aller dieser Erfahrungen kann eine Raumvorstellung sich bilden, die der Euklidischen sich nähert. Abgesehen davon, dass die erstere nur Uebereinstimmungen und Verschiedenheiten, keine Grössen, keine metrischen Bestimmungen kennt, wird die absolute Gleichförmigkeit der letzteren wegen der Hindernisse, die sich einer dauernden und ausgiebigen Desorientirung gegen die Verticale in den Weg stellen, nicht vollkommen erreicht.

7.

Für den thierischen Organismus sind zunächst die Beziehungen der Theile des eigenen Leibes zu einander von der höchsten Wichtigkeit. Fremdes erhält nur dadurch Wert, dass es zu Leibestheilen in Beziehung steht. Der niedrigsten Organisation genügen die Empfindungen, darunter die Raumempfindungen, zur Anpassung an die primitiven Lebensbedingungen. Werden aber diese Lebensbedingungen complicirter, so drängen sie zur Entwicklung des Intellects. Dann gewinnen die Beziehungen jener Functional-Complexe von Elementen (Empfindungen) zu einander, die wir Körper nennen, ein indirectes Interesse. Der räumlichen Vergleichung der Körper unter einander entspringt die Geometrie.

Förderlich für das Verständniss der Entwicklung der Geometrie ist die Bemerkung, dass sich das unmittelbare Interesse nicht an die räumlichen Eigenschaften allein, sondern an den ganzen beständigen Complex von (materiellen) Eigenschaften knüpft, welcher für die Bedürfnissbefriedigung von Wichtigkeit ist. Formen, Lagen, Entfernungen, Ausdehnungen der Körper sind aber maassgebend für den Modus und die Quantität der Bedürfnissbefriedigung. Die blosse Wahrnehmung (Schätzung, Augenmaass, Erinnerung) erweist sich als zu sehr beeinflusst von schwer controlirbaren physiologischen Umständen, um darauf zu bauen, wenn es sich um das genaue Urtheil über das räumliche Verhalten der Körper gegen einander handelt. Wir sind daher genöthigt, nach zuverlässigern Merkmalen an den Körpern selbst zu suchen.

Die tägliche Erfahrung lehrt uns die Beständigkeit der Körper kennen. Unter gewöhnlichen Umständen erstreckt sich diese Beständigkeit auch auf einzelne Eigenschaften: Farbe, Gestalt, Ausdehnung u. s. w. Wir lernen starre Körper kennen, die trotz ihrer Beweglichkeit im Raume, sobald sie nur zu unserem Leib in ein bestimmtes Verhältniss gebracht werden, beim Beschauen und Betasten immer wieder dieselben Raumempfindungen auslösen. Diese Körper bieten räumliche Substanzialität[1]) dar, sie bleiben räumlich constant, identisch. Kann man einen starren Körper A mit einem andern starren Körper B, oder mit dessen Theilen, unmittelbar oder mittelbar zur räumlichen Deckung bringen, so bleibt dies Verhältniss immer und überall bestehen. Man sagt dann, der Körper B werde durch den Körper A gemessen. Bei dieser Vergleichung der Körper mit einander kommt es auf die Art der Raumempfindungen gar nicht mehr an, sondern nur mehr auf die Beurtheilung ihrer Identität unter gleichen Umständen, die mit grosser Genauigkeit und Sicherheit

---

1) Diese Einsicht war gewiss ein Privatbesitz unzähliger Geometer. In der ganzen Anlage der Geometrie Euklid's tritt sie deutlich hervor, noch klarer bei Leibnitz, besonders in dessen „geometrischer Charakteristik“. Doch hat erst Helmholtz eine öffentliche Discussion darüber angeregt.

stattfindet. In der That verschwinden die Schwankungen in den Ergebnissen der Messung gegen jene der unmittelbaren räumlichen Beurtheilung neben oder nacheinander dargebotener Körper, worin eben der Vorzug und die rationelle Begründung dieses Verfahrens liegt. Statt der individuellen Hände und Füsse, die jeder mit sich herumführt, ohne eine merkliche räumliche Aenderung an denselben wahrzunehmen, wird bald ein allgemein zugänglicher Maassstab gewählt, welcher die Bedingung der Unveränderlichkeit in höherem Masse erfüllt, womit eine Aera grösserer Genauigkeit eingeleitet ist.

8.

Alle geometrischen Aufgaben kommen auf Auszählung zu ermittelnder Räume durch gleiche bekannte Körper hinaus. Hohlmaasse für Flüssigkeiten oder für eine Menge nahe gleicher dichtliegender Körper dürften wohl die ältesten Maasse sein. Das Volumen der Körper (die Menge der materiell erfüllten Orte), welches beim Erblicken und Ergreifen bekannter Körper instinctiv vorgestellt wird, kommt als Quantität der materiellen bedürfnissbefriedigenden Eigenschaften in Betracht, und bildet als solches ein Streitobject. Die Messung der Fläche hat ursprünglich auch keinen andern Sinn, als die Ermittlung der Menge gleicher dichtliegender Körper, welche dieselbe bedecken. Die Längenmessung, Auszählung durch gleiche Schnur- oder Kettentheile, bestimmt ein Minimalvolumen, welches in einzigartiger Weise zwischen zwei Punkten (sehr kleinen Körpern) eingeschaltet werden kann. Sieht man hiebei von einer oder zwei Dimensionen der Maasskörper ab, beziehungsweise setzt man dieselben überall constant, aber beliebig klein, so gelangt man zu den idealisirten Vorstellungen der Geometrie.

9.

Die Raumanschauung wird durch das Experiment mit körperlichen Objecten bereichert, indem sich an dieselbe metrische Erfahrungen knüpfen, welche die Raumanschauung für sich allein nicht zu gewinnen vermag. So lernen wir metrische

Eigenschaften längst bekannter Formen, wie der Geraden, der Ebene, des Kreises u. s. w. kennen. Die Erfahrung hat auch, nach dem Zeugniss der Geschichte, zuerst zur Kenntniss gewisser geometrischen Sätze geführt und gezeigt, dass durch gewisse Maasse eines Objectes andere Maasse desselben Objectes mitbestimmt sind. Die wissenschaftliche Geometrie stellte sich die ökonomische Aufgabe, die Abhängigkeit der Maasse von einander zu ermitteln, überflüssige Messungen zu ersparen, und die einfachsten geometrischen Thatsachen aufzusuchen, durch welche die andern als deren logische Folgen gegeben sind. Da wir in Gedanken nicht die Natur, sondern nur unsere eigenen einfachen logischen Gebilde beherrschen, so mussten zu diesem Zwecke die geometrischen Grunderfahrungen begrifflich idealisirt werden. Nun steht nichts im Wege, in der anschaulichen Vorstellung vorschreitend, welche man an jene idealisirten Erfahrungen gebunden denkt, im Gedankenexperiment, geometrische Sätze wiederzufinden. Man verhält sich da durchaus analog, wie in jeder Naturwissenschaft. Die Grunderfahrungen der Geometrie reduciren sich nur auf ein solches Minimum, dass man sie nur allzu leicht übersieht. Man stellt sich Körper über Schatten oder Gespenster von Körpern hinbewegt vor, und hält hiebei in Gedanken fest, dass hiebei die Abmessungen, wenn man sie ausführen würde, sich nicht ändern. Die physischen Körper entsprechen den Folgerungen soweit, als sie den Voraussetzungen genügen.

Anschauung, physikalische Erfahrung und begriffliche Idealisirung sind also die drei Momente, welche in der wissenschaftlichen Geometrie zusammenwirken. Die Ueber- oder Unterschätzung des einen oder anderen Momentes hat die weit divergirenden Ansichten verschiedener Forscher über die Natur der Geometrie veranlasst. Nur die genaue Sonderung des Antheiles eines jeden dieser Momente beim Aufbau der Geometrie kann eine richtige Auffassung begründen. Unsere im Interesse der raschen Locomotion erworbene anatomisch-motorisch-symmetrische Organisation bewirkt z. B., dass die Anschauung uns die beiden Hälften eines räumlichen symmetrischen Gebildes als äqui-

valent erscheinen lässt, was sie in physikalisch-geometrischer Hinsicht keineswegs sind, da sie nicht zur Congruenz gebracht werden können. Physikalisch sind sie so wenig äquivalent, als eine Bewegung der entgegengesetzten, eine Rotation der gegensinnigen äquivalent ist. Kant's darauf bezügliche Paradoxen rühren von einer ungenügenden Trennung der in Betracht kommenden Momente her.



X. Beziehungen der Gesichtsempfindungen zu einander und zu anderen psychischen Elementen.

1.

Die Gesichtsempfindungen treten im normalen psychischen Leben nicht isolirt auf, sondern mit den Empfindungen anderer Sinne verknüpft. Wir sehen nicht optische Bilder in einem optischen Raum, sondern wir nehmen die uns umgebenden Körper mit ihren mannigfaltigen sinnlichen Eigenschaften wahr. Erst die absichtliche Analyse löst aus diesen Complexen die Gesichtsempfindungen heraus. Allein auch die Wahrnehmungen insgesammt kommen fast nur mit Gedanken, Wünschen, Trieben verknüpft vor. Durch die Sinnesempfindungen werden die den Lebensbedingungen entsprechenden Anpassungsbewegungen der Thiere ausgelöst. Sind diese Lebensbedingungen einfach, wenig und langsam veränderlich, so wird die unmittelbare Auslösung durch die Sinne zureichen. Höhere intellectuelle Entwicklung wird unnöthig sein. Anders ist dies bei sehr mannigfaltigen und veränderlichen Lebensbedingungen. Ein so einfacher Anpassungsmechanismus kann sich da nicht entwickeln, noch weniger zum Ziele führen.

Niedere Thiere verschlingen alles, was in ihre Nähe kommt, und den entsprechenden Reiz ausübt. Ein höher entwickeltes Thier muss seine Nahrung mit Gefahren suchen, die gefundene geschickt fassen oder listig fangen, und vorsichtig prüfen. Ganze Reihen von verschiedenen Erinnerungen müssen vorbeiziehen, bevor eine den widerstreitenden gegenüber stark genug wird, die entsprechende Bewegung auszulösen. Hier muss also eine

die Anpassungsbewegungen mitbestimmende Summe von Erinnerungen (oder Erfahrungen) den Sinnesempfindungen gegenüberstehen. Darin besteht der Intellect.

Bei höheren Thieren mit complicirten Lebensbedingungen sind in der Jugend die Complexe von Sinnesempfindungen, welche die Anpassungsbewegungen auslösen, oft sehr zusammengesetzt. Das Saugen der jungen Säugethiere, das S. 61, 62 beschriebene Verhalten des jungen Sperlings sind passende Beispiele hiefür. Mit der Entwicklung der Intelligenz werden immer kleinere Theile dieser Complexe zur Auslösung hinreichend, und die Sinnesempfindungen werden immer mehr und mehr durch den Intellect ergänzt und ersetzt, wie sich dies an Kindern und heranwachsenden Thieren täglich constatiren lässt.

In der Auflage von 1886 habe ich in einer Anmerkung vor der damals noch verbreiteten Ueberschätzung der Intelligenz der niederen Thiere gewarnt. Meine Ansicht beruhte nur auf gelegentlichen Beobachtungen über die maschinenmässige Bewegung von Käfern, den Lichtflug der Motten u. s. w. Seither sind die wichtigen Arbeiten von J. Loeb erschienen, welche diese Ansicht auf eine solide experimentelle Basis gestellt haben. Man ist gegenwärtig eher geneigt, die niederen Thiere als Maschinen im Descartes'schen Sinne aufzufassen. Die Interpretationen, welche A. Bethe[1]) seinen interessanten Beobachtungen und Experimenten über Ameisen und Bienen gibt, werden allerdings von Wasmann[2]) und H. v. Buttel-Reepen[3]) bestritten, allein es scheint auf beiden Seiten vielleicht doch etwas Vorurtheil im Spiel zu sein. Ich kenne manche der überraschenden Thatsachen, die Bethe[4]) beschreibt,

---

1) Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben? Pflüger's Archiv, Bd. 70, S. 17. — Noch einmal über die psychischen Qualitäten der Ameisen. Ebendaselbst, Bd. 79, S. 39.

2) Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Stuttgart 1899.

3) Sind die Bienen Reflexmaschinen? Leipzig 1900.

4) Hiezu gehören die Erscheinungen der Desorientirung bei geringer Verdrehung des Flugloches. Bei stärkerer Verschiebung des Hausthores würde ja auch „homo sapiens" sich etwas desorientirt fühlen. — Ich halte es nicht für unmöglich, dass weitere Experimente im Sinne Bethe's sogar zu neuen physikalischen Aufschlüssen

aus eigener Anschauung, da ich in meiner Jugend Gelegenheit hatte, Bienen zu beobachten. Der Eindruck des Maschinenmässigen ist überwiegend. Es scheint mir aber unmöglich, die Mitwirkung eines rudimentären Gedächtnisses ganz auszuschliessen. Das Streben, die Thatsachen im Sinne von Beer, Bethe und Uexküll voraussetzungslos zu beschreiben und einfach zwischen modificirbaren und nicht modificirbaren Reactionen zu unterscheiden, ist gewiss nur zu billigen[1]. Dass es aber absolut unmodificirbare Reflexe überhaupt gibt, kann ich nicht recht glauben. Auf die Abnahme des Gedächtnisses oder der Fähigkeit, Erfahrungen zu machen, die man beim Hinabsteigen in der Thierreihe beobachtet, habe ich anderwärts hingewiesen[2].

2.

Die Vorstellungen haben also die Sinnesempfindungen, soweit sie unvollständig sind, zu ersetzen, und die durch letztere anfänglich allein bedingten Processe weiterzuspinnen. Die Vorstellungen dürfen aber im normalen Leben die Sinnesempfindungen, soweit letztere vorhanden sind, durchaus nicht dauernd verdrängen, wenn hieraus nicht die höchste Gefahr für den Organismus entspringen soll. In der That besteht im normalen psychischen Leben ein sehr starker Unterschied zwischen beiden Arten psychischer Elemente. Ich sehe eine schwarze Tafel vor mir. Ich kann mir mit der grössten Lebhaftigkeit auf dieser Tafel ein mit scharfen weissen Strichen gezogenes Sechseck oder eine farbige Figur vorstellen. Ich weiss aber, pathologische Fälle abgerechnet, immer, was ich sehe, was ich mir vorstelle. Ich fühle,

---

führen. — Es sei nebenbei bemerkt, dass sein Versuch mit dem der Biene aufgebundenen Magnet keinen Erfolg haben kann, da sie das hievon herrührende magnetische Feld mit sich führt.

1) Vorschläge zu einer objectivirenden Nomenclatur in der Physiologie des Nervensystems. Centralblatt für Physiologie, 1899, Bd. 13, Nr. 6.

2) Populär-wissenschaftliche Vorlesungen. Ueber den Einfluss zufälliger Umstände etc. Leipzig, 3. Aufl., 1903, S. 294, 195. — Principien der Wärmelehre. Leipzig 1900. S. die beiden Kapitel über die Sprache und den Begriff. — Vgl. auch: H. E. Ziegler, Theoretisches zur Thierpsychologie und vergleichenden Neurophysiologie. Biologisches Centralblatt, Bd. 20, Nr. 1.

wie ich bei dem Uebergang zur Vorstellung die Aufmerksamkeit von dem Auge abwende und anderswohin richte. Der auf der Tafel gesehene und der an derselben Stelle vorgestellte Fleck unterscheiden sich durch diese Aufmerksamkeit wie durch eine vierte Coordinate. Die Thatsachen würden nicht vollständig gedeckt, wenn man sagen würde, das Eingebildete lege sich über das Geschehene wie das Spiegelbild in einer unbelegten Glasplatte über die hindurchgesehenen Körper. Im Gegentheil scheint mir das Vorgestellte durch einen qualitativ verschiedenen, widerstreitenden sinnlichen Reiz verdrängt zu werden und auch letzteren zeitweilig zu verdrängen. Das ist vorläufig eine psychologische Thatsache, deren physiologische Erklärung sich gewiss auch finden wird.

Es ist natürlich anzunehmen, dass bei Vorstellungen im Wesentlichen dieselben organischen Processe durch die Wechselwirkung der Theile des Centralnervensystems wieder aufleben, welche bei den entsprechenden Empfindungen durch den physikalischen Reiz bedingt waren. Die Vorstellungen unterscheiden sich in normalen Fällen von den Empfindungen wohl durch ihre geringere Intensität, vor allem aber durch ihre Flüchtigkeit. Wenn ich mir in der Vorstellung eine geometrische Figur zeichne, so verhält es sich so, als ob die Linien, bald nachdem sie gezogen wurden, verlöschen würden, sobald die Aufmerksamkeit sich andern Linien zuwendet. Bei Rückkehr findet man sie nicht mehr vor, und muss sie aufs Neue reproduciren. In diesem Umstande liegt hauptsächlich der Vortheil und die Bequemlichkeit, den eine materielle geometrische Zeichnung gegenüber der vorgestellten bietet. Eine geringe Anzahl Linien, z. B. Centri- und Peripheriewinkel auf demselben Kreisbogen mit einem Paar zusammenfallender oder sich schneidender Schenkel, wird man leicht in der Vorstellung festhalten. Fügt man im letzteren Falle noch den Durchmesser durch den Scheitel des Peripheriewinkels hinzu, so wird es schon schwerer, in der Vorstellung das Maassverhältniss der Winkel abzuleiten, ohne fortwährend die Figur zu erneuern und zu ergänzen. Die Geläufigkeit und Geschwindigkeit des Wiederersetzens gewinnt übrigens ungemein durch die Uebung.

Als ich mich mit der Steiner'schen und v. Staudt'schen Geometrie beschäftigte, konnte ich darin viel mehr leisten, als es mir jetzt möglich ist.

Bei der stärkern Entwicklung der Intelligenz, welche durch die complicirten Lebensverhältnisse des Menschen bedingt ist, können die Vorstellungen zeitweilig die ganze Aufmerksamkeit auf sich ziehen, so dass Vorgänge in der Umgebung des Sinnenden nicht gesehen, an ihn gerichtete Fragen nicht gehört werden, was solcher Beschäftigung ungewohnte Menschen „Zerstreuung" nennen, während es viel passender „Sammlung" heissen würde. Wird nun der Betreffende in einem solchen Falle gestört, so empfindet er sehr deutlich die Arbeit beim Wechsel der Aufmerksamkeit.

3.

Die Beachtung dieses Unterschiedes zwischen den Vorstellungen und Sinnesempfindungen ist sehr geeignet, vor Unvorsichtigkeit bei psychologischen Erklärungen der Sinnesphänomene zu schützen. Die bekannte Theorie der „unbewussten Schlüsse" wäre nie zu so breiter Entwicklung gelangt, wenn man mehr auf diesen Umstand geachtet hätte.

Das Organ, dessen Zustände die Vorstellungen bestimmen, können wir uns vorläufig als ein solches denken, welches (in einem geringeren Grade) aller specifischen Energieen der Sinnesorgane und der motorischen Organe fähig ist, so dass je nach seiner Aufmerksamkeitsstimmung bald diese, bald jene Energie eines Organs in dasselbe hineinspielen kann. Ein solches Organ wird vorzüglich geeignet sein, die physiologische Beziehung zwischen den verschiedenen Energieen zu vermitteln. Wie die Erfahrungen an Thieren mit entferntem Grosshirn lehren, gibt es ausser dem „Vorstellungsorgan" wahrscheinlich noch mehrere andere analoge, mit dem Grosshirn weniger innig zusammenhängende Vermittlungsorgane, deren Vorgänge daher nicht ins Bewusstsein fallen.

Der Reichthum des Vorstellungslebens, wie wir denselben aus der Selbstbeobachtung kennen, tritt gewiss erst beim Menschen

auf. Die Anfänge dieser Lebensäusserung, in welcher sich durchaus nur die Beziehung aller Theile des Organismus zu einander ausspricht, reichen ebenso gewiss tief in der Entwicklungsreihe der Thiere herab. Aber auch die Theile eines Organs müssen durch gegenseitige Anpassung zu einander in eine Beziehung treten, welche jener der Theile des Gesammtorganismus analog ist. Die beiden Netzhäute mit ihrem von den Lichtempfindungen abhängigen motorischen Accommodations- und Blendungsapparat geben ein sehr klares und bekanntes Beispiel eines solchen Verhältnisses. Das physiologische Experiment und die einfache Selbstbeobachtung belehren uns darüber, dass ein solches Organ seine eigenen zweckmässigen Lebensgewohnheiten, sein besonderes Gedächtniss, fast möchte man sagen, seine eigene Intelligenz hat.

4.

Die lehrreichsten hierher gehörigen Beobachtungen sind wohl von Johannes Müller in seiner schönen Schrift „Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen“ (Coblenz 1826) zusammengestellt worden. Die von Müller u. A. im wachen Zustande beobachteten Gesichtsphantasmen entziehen sich durchaus dem Einfluss des Willens und der Ueberlegung. Es sind selbstständige, wesentlich an das Sinnesorgan gebundene Erscheinungen, welche durchaus den Charakter des objectiv Gesehenen an sich tragen. Es sind wahre Phantasie- und Gedächtnisserscheinungen des Sinnes. Müller hält das freie Eigenleben der Phantasie für einen Theil des organischen Lebens und für unvereinbar mit den sogenannten Associationsgesetzen, über welche er sich sehr abfällig ausspricht. Es scheint mir, dass die continuirlichen Aenderungen der Phantasmen, die Müller beschreibt, nicht gegen die Associationsgesetze sprechen. Diese Vorgänge können vielmehr geradezu als Erinnerungen an die langsamen perspectivischen Aenderungen der Gesichtsbilder aufgefasst werden. Das Sprunghafte in dem gewöhnlichen associativen Verlauf der Vorstellungen kommt doch nur dadurch hinein, dass bald dieses, bald jenes Sinnesgebiet mitzusprechen beginnt. Vgl. Kap. XI.

Jene Processe, welche in der „Sehsinnsubstanz" (nach Müller) normaler Weise als Folgen der Netzhauterregung sich abspielen, und welche das Sehen bedingen, können ausnahmsweise auch ohne Netzhauterregung spontan in der Sehsinnsubstanz auftreten, und die Quelle von Phantasmen oder Hallucinationen werden. Wir sprechen von Sinnengedächtniss, wenn sich die Phantasmen in ihrem Charakter stark an zuvor Gesehenes anschliessen, von Hallucinationen, wenn die Phantasmen freier und unvermittelter eintreten. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Fällen wird aber kaum festzuhalten sein.

Ich kenne alle Arten von Gesichtsphantasmen aus eigener Anschauung. Das Hineinspielen von Phantasmen in undeutlich Gesehenes, wobei letzteres theilweise verdrängt wird, kommt wohl am häufigsten vor. Besonders lebhaft treten mir diese Erscheinungen nach einer ermüdenden nächtlichen Eisenbahnfahrt auf. Alle Felsen, Bäume nehmen dann die abenteuerlichsten Gestalten an. — Als ich mich vor Jahren eingehender mit Pulscurven und Sphygmographie beschäftigte, traten mir die zarten weissen Curven auf schwarzem Grunde des Abends und auch bei Tage im Halbdunkel oft mit voller Lebhaftigkeit und Objectivität vor Augen. Auch später sah ich bei verschiedenen physikalischen Beschäftigungen analoge Erscheinungen des „Sinnengedächtnisses". — Seltener traten mir bei Tage Bilder vor Augen, die ich zuvor nicht gesehen hatte. So leuchtete mir vor Jahren an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen auf dem Buch, in welchem ich las, oder auf dem Schreibpapier ein hellrothes Capillarnetz (ähnlich einem sogenannten Wundernetz) auf, ohne dass ich mich mit derartigen Formen beschäftigt hatte. — Das Sehen von lebhaft gefärbten veränderlichen Tapetenmustern vor dem Einschlafen war mir in meiner Jugend sehr geläufig; es tritt auch jetzt noch ein, wenn ich die Aufmerksamkeit darauf richte. Auch eines meiner Kinder erzählte mir oft vom „Blumensehen" vor dem Einschlafen. Seltener sehe ich Abends vor dem Einschlafen mannigfaltige menschliche Gestalten, die sich ohne meinen Willen ändern. Ein einziges Mal versuchte ich mit Erfolg ein menschliches Gesicht

in einen skelettirten Schädel umzuwandeln; dieser vereinzelte Fall kann aber auch ein Zufall sein. — Dass beim Erwachen im dunklen Zimmer die letzten Traumbilder in lebhaften Farben mit einer Fülle von Licht noch vorhanden waren, ist mir oft vorgekommen. — Eine eigenthümliche Erscheinung, die mir seit einigen Jahren häufiger begegnet, ist folgende. Ich erwache und liege mit geschlossenen Augen ruhig da. Vor mir sehe ich die Bettdecke mit allen ihren Fältchen, und auf derselben meine Hände mit allen Einzelheiten ruhig und unveränderlich. Oeffne ich die Augen, so ist es entweder ganz dunkel, oder zwar hell, aber die Decke und die Hände liegen ganz anders, als sie mir erschienen waren. Es ist dies ein besonders starres und dauerndes Phantasma, wie ich es unter anderen Verhältnissen nicht beobachtet habe. Ich glaube an diesem Bild zu bemerken, dass alle auch weit von einander abliegenden Theile zugleich deutlich erscheinen, in einer Weise, wie dies bei objectiv Gesehenem aus bekannten Gründen unmöglich ist.

Akustische Phantasmen, namentlich musikalische, traten in meiner Jugend öfter nach dem Erwachen sehr lebhaft auf, sind aber, seit mein Interesse für Musik sehr abgenommen hat, recht selten und dürftig geworden. Vielleicht ist aber auch das Interesse für Musik das Secundäre, Bedingte.

Spuren von Phantasmen, wenn man die Netzhaut dem Einfluss der äusseren Reize entzieht und die Aufmerksamkeit dem Sehfelde allein zuwendet, sind fast immer vorhanden. Ja sie zeigen sich schon dann, wenn die äusseren Reize schwach und unbestimmt sind, im Halbdunkel, oder wenn man etwa eine Fläche mit matten, verschwommenen Flecken, eine Wolke, eine graue Wand beobachtet. Die Gestalten, die man dann zu sehen meint, so weit sie nicht auf einem blossen Herausheben und Zusammenfassen deutlich gesehener Flecke durch die Aufmerksamkeit beruhen, sind jedenfalls keine vorgestellten, sondern wenigstens theilweise spontane Phantasmen, welchen zeitweilig und stellenweise der Netzhautreiz weichen muss. Die Erwartung scheint in diesen Fällen das Auftreten der Phantasmen zu begünstigen. Sehr

oft glaubte ich beim Aufsuchen der Interferenzstreifen die ersten matten Spuren derselben im Gesichtsfeld deutlich wahrzunehmen, während mich die Fortführung des Versuches überzeugte, dass ich mich gewiss getäuscht hatte. Einen Wasserstrahl, dessen Hervortreten aus einem Kautschukschlauch ich erwartete, glaubte ich im halbdunklen Raum wiederholt deutlich zu sehen, und erkannte den Irrthum erst durch Tasten mit dem Finger. Solche schwache Phantasmen scheinen sich gegen den Einfluss des Intellectes sehr nachgiebig zu verhalten, während dieser gegen die starken, lebhaft gefärbten nichts auszurichten vermag. Erstere stehen den Vorstellungen, letztere den Sinnesempfindungen näher.

Diese schwachen Phantasmen, welche von Sinnesempfindungen bald überwältigt werden, bald den letzteren das Gleichgewicht halten, bald diese verdrängen, legen die Möglichkeit nahe, die Stärke der Phantasmen mit jener der Empfindungen zu vergleichen. Scripture hat diesen Gedanken ausgeführt, indem er in dem Gesichtsfelde eines Beobachters, der in demselben ein (nicht vorhandenes) Fadenkreuz zu sehen glaubte, eine reelle Linie von unerwarteter Richtung mit von Null an wachsender Intensität auftreten liess, bis diese bemerkt und dem Phantasma gleich geschätzt wurde[1]. Es lassen sich alle Uebergänge von der Empfindung zur Vorstellung nachweisen. Nirgends kommen wir auf ein psychisches Phänomen, welches mit der Empfindung, die wir unzweifelhaft auch als ein physisches Object ansehen müssen, unvergleichbar wäre.

9.

Leonardo da Vinci a. a. O. S. 56 bespricht das Hineinspielen der Phantasmen in das Gesehene in folgenden Worten:

„Ich werde nicht ermangeln, unter diese Vorschriften eine neuerfundene Art des Schauens herzusetzen, die sich zwar klein und fast lächerlich ausnehmen mag, nichtsdestoweniger aber doch sehr brauchbar ist, den Geist zu verschiedenerlei Erfindungen zu wecken.

---

1) Scripture, The new Psychology, London 1897, p. 484.

Sie besteht darin, dass du auf manche Mauern hinsiehst, die mit allerlei Flecken bedeckt sind, oder auf Gestein mit verschiedenem Gemisch. Hast du irgend eine Situation zu erfinden, so kannst du da Dinge erblicken, die verschiedenen Landschaften gleichsehen, geschmückt mit Gebirgen, Flüssen, Felsen, Bäumen, grossen Ebenen, Thal und Hügeln von mancherlei Art. Auch kannst du da allerlei Schlachten sehen, lebhafte Stellungen sonderbarer fremdartiger Figuren, Gesichtsmienen, Trachten und unzählige Dinge, die du in vollkommene und gute Form bringen magst. Es tritt bei derlei Mauern und Gemisch das Aehnliche ein, wie beim Klang der Glocken, da wirst du in den Schlägen jeden Namen und jedes Wort wiederfinden können, die du dir einbildest."

„Achte diese meine Meinung nicht gering, in der ich dir rathe, es möge dir nicht lästig erscheinen, manchmal stehen zu bleiben, und auf die Mauerflecken hinzusehen, oder in die Asche im Feuer, in die Wolken, oder in Schlamm und auf andere solche Stellen; du wirst, wenn du sie recht betrachtest, sehr wunderbare Erfindungen in ihnen entdecken. Denn des Malers Geist wird zu (solchen) neuen Erfindungen (durch sie) aufgeregt, sei es in Compositionen von Schlachten, von Thier und Menschen, oder auch zu verschiedenerlei Compositionen von Landschaften und von ungeheuerlichen Dingen, wie Teufeln u. dgl., die angethan sind, dir Ehre zu bringen. Durch verworrene und unbestimmte Dinge wird nämlich der Geist zu neuen Erfindungen wach. Sorge aber vorher, dass du alle die Gliedmaassen der Dinge, die du vorstellen willst, gut zu machen verstehst, so die Glieder der lebenden Wesen, wie auch die Gliedmaassen der Landschaft, nämlich die Steine, Bäume u. dgl."

Das stärkere selbstständige Auftreten der Phantasmen, ohne Anregung durch die Netzhaut, den Traum und den halbwachen Zustand abgerechnet, muss seiner biologischen Unzweckmässigkeit wegen als pathologisch angesehen werden. Ebenso müsste man jede abnorme Abhängigkeit der Phantasmen vom Willen als pathologisch bezeichnen. Solche Zustände mögen wohl bei jenen Irren vorkommen, welche sich für sehr mächtig, für Gott

u. s. w., halten. Das blosse Fehlen hemmender Associationen kann aber ebenfalls zu Grössenwahnvorstellungen führen. So kann man im Traum glauben, die grössten Probleme gelöst zu haben, weil die Associationen, welche den Widerspruch aufdecken, sich nicht einstellen.

6.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir einige physiologisch-optische Erscheinungen betrachten, deren vollständige Erklärung zwar noch fernliegt, die aber als Aeusserungen eines selbstständigen Lebens der Sinnesorgane relativ noch am verständlichsten sind.

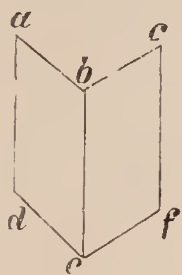
Man sieht gewöhnlich mit beiden Augen, und zu einem bestimmten Zweck im Dienste des Lebens, nicht Farben und Formen, sondern die Körper im Raume. Nicht die Elemente des Complexes, sondern der ganze physiologisch-optische Complex ist von Wichtigkeit. Diesen Complex sucht das Auge nach den unter seinen Lebensbedingungen erworbenen (oder ererbten) Gewohnheiten zu ergänzen, wenn er einmal in Folge besonderer Umstände unvollständig auftritt. Das geschieht zunächst leicht beim Sehen mit einem Auge, oder auch beim Sehen sehr ferner Objecte mit beiden Augen, wenn die stereoskopischen Differenzen in Bezug auf den Augenabstand verschwinden.

Man nimmt gewöhnlich nicht Licht und Schatten, sondern räumliche Objecte wahr. Der Selbstschatten der Körper wird kaum bemerkt. Die Helligkeitsdifferenzen lösen Tiefempfindungsdifferenzen aus und helfen den Körper modelliren, wo die stereoskopischen Differenzen hierzu nicht mehr ausreichen, wie dies bei Betrachtung ferner Gebirge sehr auffallend wird.

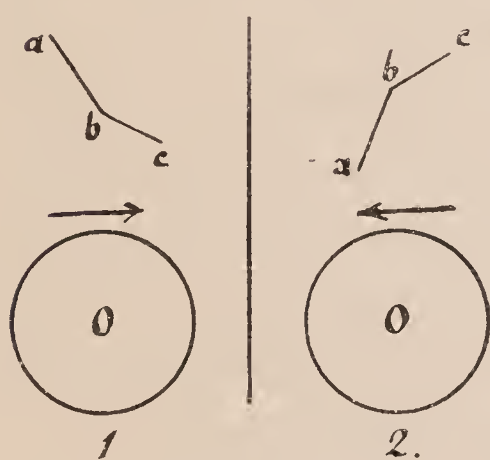
Sehr belehrend ist in dieser Hinsicht das Bild auf der matten Tafel der photographischen Kammer. Man erstaunt hier oft über die Helligkeit der Lichter und die Tiefe der Schatten, die man an den Körpern gar nicht bemerkte, solange man nicht genöthigt war, alles in einer Ebene zu sehen. Ich erinnere mich aus meinen Kinderjahren sehr wohl, dass mir jede Schattirung

einer Zeichnung als eine ungerechtfertigte und entstellende Manier erschien, und dass mich eine Contourzeichnung weit mehr befriedigte. Es ist ebenso bekannt, dass ganze Völker, wie die Chinesen, trotz entwickelter artistischer Technik, gar nicht oder nur mangelhaft schattiren.

Folgendes Experiment, das ich vor vielen Jahren angestellt habe[1]), illustrirt sehr deutlich die berührte Beziehung zwischen Lichtempfindung und Tiefenempfindung. Wir stellen eine geknickte Visitenkarte vor uns auf den Schreibtisch, so dass sie die erhabene Kante *be* uns zukehrt. Von links falle das Licht ein. Die Hälfte *abde* ist dann viel heller, *bcef* viel dunkler, was aber bei unbefangener Betrachtung kaum bemerkbar wird. Nun schliessen wir ein Auge. Hiermit verschwindet ein Theil der Raumempfindungen. Noch immer sehen wir das geknickte Blatt räumlich und an der Beleuchtung nichts Auffallendes. Sobald es uns aber gelingt, statt der erhabenen Kante *be* eine hohle zu sehen, erscheinen Licht und Schatten wie mit Deckfarben darauf gemalt. Von der leicht erklärbaren perspectivischen Verzerrung der Karte sehe ich zunächst ab. Eine solche „Inversion" ist möglich, weil durch ein monoculares Bild die Tiefe nicht bestimmt ist. Stellt in Fig. 25, 1 *O* das Auge, *abc* den Durchschnitt eines geknickten Blattes, der Pfeil die Lichtrichtung vor, so erscheint *ab* heller als *bc*. In 2 ist ebenso *ab* heller als *bc*. Das Auge muss, wie man sieht, die Gewohnheit annehmen, mit der Helligkeit der gesehenen Flächenelemente auch das Gefälle der Tiefempfindung zu wechseln. Das Gefälle und die Tiefe nimmt mit abnehmender Helligkeit nach rechts ab, wenn das Licht von links einfällt (1), umgekehrt wenn es von rechts einfällt. Da die Hüllen des Bulbus, in welchen



Figur 24.



Figur 25.

1) Ueber die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize. Sitzb. der Wiener Akademie, II. Abth., October 1866.

die Netzhaut eingebettet ist, durchscheinend sind, so ist es auch für die Lichtvertheilung auf den Netzhäuten nicht gleichgiltig, ob das Licht von rechts oder von links einfällt. Die Umstände sind also ganz danach angethan, dass sich ohne alles Zuthun des Urtheils eine feste Gewohnheit des Auges herausbilden kann, vermöge welcher Helligkeit und Tiefe in bestimmter Weise verbunden werden. Gelingt es nun, einen Theil der Netzhaut, wie in dem obigen Versuch, vermöge einer andern Gewohnheit mit der erstern in Widerstreit zu bringen, so äussert sich dies durch auffallende Empfindungen.

Wie bedeutend die Wirkung des durch die Bulbusdecken eindringenden Lichtes werden kann, geht aus gewissen Versuchen von Fechner[1]) hervor. Eine hieher gehörige Beobachtung ist folgende. Unter meinem Schreibtisch liegt eine graugrüne Decke, von welcher ich schreibend ein kleines Stückchen sehe. Wenn nun bei hellem, von links einfallendem Sonnen- oder Tageslicht von jenem Stückchen zufällig oder absichtlich ein Doppelbild entsteht, so ist das dem linken, stärker beleuchteten Auge angehörige Bild durch Contrast lebhaft grün, während das rechtseitige Bild ganz matt gefärbt ist. Variation der Intensität und Farbe der Bulbusbeleuchtung bei diesen letzteren und bei Inversionsversuchen wäre von Interesse.

Es soll mit dem Gesagten nur der Charakter der Erscheinung bezeichnet und die Richtung angedeutet werden, nach welcher eine physiologische Erklärung (mit Ausschluss psychologischer Speculationen) zu suchen ist. Bemerken wollen wir noch, dass in Bezug auf Empfindungsqualitäten, welche mit einander in Wechselbeziehung stehen, ein dem Gesetz der Erhaltung der Energie ähnliches Princip zu herrschen scheint. Die Helligkeitsdifferenzen verwandeln sich theilweise in Tiefendifferenzen und werden selbst dabei schwächer. Auf Kosten von Tiefendifferenzen können umgekehrt die Helligkeitsdifferenzen vergrössert werden. Eine analoge Bemerkung wird sich noch bei einer andern Gelegenheit ergeben.

---

1) Fechner, Ueber den seitlichen Fenster- und Kerzenversuch. Berichte der Leipziger Ges. der Wissenschaften 1860.

7.

Die Gewohnheit Körper zu beobachten, d. h. einer grössern räumlich zusammenhängenden Masse von Lichtempfindungen die Aufmerksamkeit zuzuwenden, bringt eigenthümliche, zum Theil überraschende Erscheinungen mit sich Eine zweifarbige Malerei oder Zeichnung z, B. sieht im allgemeinen ganz verschieden aus, je nachdem man die eine oder die andere Farbe als Grund auffasst. Die Vexirbilder, in welchen etwa ein Gespenst zwischen Baumstämmen erscheint, sobald man den hellen Himmel als Object, die dunklen Bäume aber als Grund auffasst, sind bekannt. Nur ausnahmsweise bietet Grund und Object dieselbe Form dar, worin ein häufig verwendetes ornamentales Motiv besteht, wie dies z. B. die Fig. 26 von S. 15 der erwähnten „Grammar of ornament", ferner die Figuren 20, 22 der Tafel 45, Figur 13 der Tafel 43 jenes Werkes veranschaulichen.



Figur 26.

8.

Die Erscheinungen des Raumsehens, welche bei monocularer Betrachtung eines perspectivischen Bildes, oder, was auf dasselbe hinauskommt, bei monocularer Betrachtung eines Objectes auftreten, werden gewöhnlich als fast selbstverständliche sehr leichthin behandelt. Ich bin aber der Meinung, dass an denselben noch Mancherlei zu erforschen ist. Durch dasselbe perspectivische Bild, welches unendlich vielen verschiedenen Objecten angehören kann, ist die Raumempfindung nur theilweise bestimmt. Wenn also gleichwohl von den vielen dem Bilde zugehörigen denkbaren Körpern nur sehr wenige wirklich gesehen werden, und zwar mit dem Charakter der vollen Objectivität, so muss dies einen triftigen physiologischen Grund haben. Es kann nicht auf dem

Hinzudenken von Nebenbestimmungen beruhen, nicht auf bewussten Erinnerungen, welche uns auftauchen, sondern auf bestimmten Lebensgewohnheiten des Gesichtssinnes.

Verfährt der Gesichtssinn nach den Gewohnheiten, welche er unter den Lebensbedingungen der Art und des Individuums erworben hat, so kann man zunächst annehmen, dass er nach dem Princip der Wahrscheinlichkeit vorgeht, d. h. diejenigen Functionen, welche am häufigsten zusammen ausgelöst wurden, werden auch zusammen auftreten, wenn nur eine allein angeregt wird. Diejenigen Tiefenempfindungen z. B., welche am häufigsten mit einem bestimmten perspectivischen Bild verbunden sind, werden auch leicht reproducirt, wenn jenes Bild auftritt, ohne dass diese Empfindungen mitbestimmt sind. Ausserdem scheint sich beim Sehen perspectivischer Bilder ein Princip der Sparsamkeit auszusprechen, d. h. der Gesichtssinn ladet sich von selbst keine grössere Anstrengung auf als diejenige, welche durch den Reiz bestimmt ist. Beide Principien fallen, wie wir sehen werden, in ihren Wirkungen zusammen.

9.

Wir wollen uns das eben Ausgesprochene in den Einzelheiten erläutern. Betrachten wir eine Gerade in einem perspectivischen Bilde, so sehen wir diese immer als eine Gerade im Raume, obgleich die Gerade als perspectivisches Bild unendlich vielen verschiedenen ebenen Curven als Objecten entsprechen kann. Allein nur in dem besondern Fall, dass die Ebene einer Curve durch den Kreuzungspunkt des einen Auges hindurchgeht, wird sie sich auf der betreffenden Netzhaut als Gerade (beziehungsweise als grösster Kreis) abbilden, und nur in dem noch specielleren Fall, dass die Curvenebene durch die Kreuzungspunkte beider Augen hindurchgeht, bildet sie sich für beide Augen als Gerade ab. Es ist also sehr unwahrscheinlich, dass eine ebene Curve als Gerade erscheint, während dagegen eine Gerade im Raume sich immer als Gerade auf beiden Netzhäuten abbildet.

Das wahrscheinlichste Object also, welches einer perspectivischen Geraden entspricht, ist eine Gerade im Raume.

Die Gerade hat mannigfaltige geometrische Eigenschaften. Diese geometrischen Eigenschaften, z. B. die bekannte Eigenschaft, die Kürzeste zwischen zwei Punkten darzustellen, sind aber physiologisch nicht von Belang. Wichtiger ist schon, dass in der Medianebene liegende oder zur Medianebene senkrechte Gerade physiologisch zu sich selbst symmetrisch sind. Die in der Medianebene liegende Verticale zeichnet sich ausserdem noch durch die grösste Gleichmässigkeit der Tiefenempfindung und durch ihre Coïncidenz mit der Richtung der Schwere physiologisch aus. Alle verticalen Geraden können leicht und rasch mit der Medianebene zur Coïncidenz gebracht werden, und nehmen daher an diesem physiologischen Vorzug theil. Allein die Gerade im Raume überhaupt muss sich noch durch etwas Anderes physiologisch auszeichnen. Die Gleichheit der Richtung in allen Elementen wurde schon früher hervorgehoben. Jedem Punkt der Geraden im Raume entspricht aber auch das Mittel der Tiefenempfindungen der Nachbarpunkte. Die Gerade im Raume bietet also ein Minimum der Abweichungen vom Mittel der Tiefenempfindungen dar, wie jeder Punkt einer Geraden das Mittel der gleichartigen Raumwerte der Nachbarpunkte darbietet. Es liegt hiernach die Annahme nahe, dass die Gerade mit der geringsten Anstrengung gesehen wird. Der Gesichtssinn geht also nach dem Princip der Sparsamkeit vor, wenn er uns mit Vorliebe Gerade vorspiegelt, und zugleich nach dem Princip der Wahrscheinlichkeit.

Noch 1866 schrieb ich in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie, Bd. 54: „Da die gerade Linie den civilisirten Menschen immer und überall umgibt, so kann man wohl annehmen, dass jede auf der Netzhaut mögliche Gerade unzähligemal auf jede mögliche Art als Gerade im Raume gesehen worden sei. Die Fähigkeit des Auges im Auslegen der Geraden darf uns daher nicht befremden.“ — Ich schrieb schon damals diese Stelle (entgegen der Darwinistischen Anschauung, die ich in derselben Ab-

handlung geltend machte) mit halbem Herzen. Heute bin ich mehr als je überzeugt, dass die erwähnte Fähigkeit keine Folge der individuellen Uebung, ja nicht einmal der menschlichen Uebung ist, sondern dass sie auch den Thieren zukommt, und theilweise wenigstens ein Erbstück ist.

10.

Die Abweichung einer Empfindung vom Mittel der Nachbarempfindungen fällt überhaupt immer auf, und fordert von dem Sinnesorgan eine besondere Anstrengung. Jede Krümmung einer Curve, jede Hervorragung oder Vertiefung einer Fläche bedeutet immer die Abweichung einer Raumempfindung von dem Mittel der Umgebung, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet ist. Die Ebene zeichnet sich physiologisch dadurch aus, dass jene Abweichung vom Mittel ein Minimum, oder speciell für jeden Punkt $= 0$ ist. Betrachtet man im Stereoskop irgend eine fleckige Fläche, deren Theilbilder sich noch nicht zu einem binocularen Bilde vereinigt haben, so macht es einen besonders wohlthuenden Eindruck, wenn sich dieselbe plötzlich zu einer Ebene ausstreckt. Der ästhetische Eindruck des Kreises und der Kugel scheint wesentlich darauf zu beruhen, dass die bezeichnete Abweichung vom Mittel für alle Punkte gleich ist.

11.

Dass die Abweichung vom Mittel der Umgebung in Bezug auf die Lichtempfindung eine Rolle spielt, habe ich in einer älteren Arbeit nachgewiesen [1]). Malt man eine Reihe von schwarzen und weissen Sectoren, wie dies in Figur 27 angedeutet ist, auf einen Papierstreifen *AA BB*, und wickelt diesen nachher als Mantel auf einen Cylinder, dessen Axe parallel *AB* ist, so entsteht durch die rasche Rotation des letzteren ein graues Feld mit von *B* gegen *A* zu wachsender Helligkeit, in welchem aber ein

1) Ueber die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut. Sitzungsberichte der Wiener Akademie (1865,) Bd. 52. — Fortsetzungen dieser Untersuchung: Sitzungsberichte (1866), Bd. 54, Sitzungsberichte (1868), Bd. 57. Vierteljahrsschrift für Psychiatrie, Neuwied-Leipzig 1868 (Ueber die Abhängigkeit der Netzhautstellen von einander).

hellerer Streifen α α und ein dunklerer β β hervortritt. Die Stellen, welche den Knickungen α entsprechen, sind nicht physikalisch heller als die Umgebung; ihre Lichtintensität übertrifft



Fig. 27.

aber das Intensitäts-Mittel der nächsten Umgebung, während umgekehrt die Intensität bei β unter der mittleren Intensität der Umgebung bleibt[1]). Diese Abweichung vom Mittel wird also deutlich empfunden, und ladet demnach dem Sehorgan eine besondere Arbeit auf. Die continuirliche Aenderung der Helligkeit wird hingegen kaum bemerkt, solange die Helligkeit eines jeden Punktes dem Mittel der Nachbarn entspricht. Welche teleologische Bedeutung dieser Umstand für das Hervorheben und die Begrenzung der Objecte hat, darauf habe ich vor langer Zeit (a. a. O. Sitzb. der Wien. Akad., 1865, Octob. u. 1868, Januar) schon hingewiesen. Die Netzhaut verwischt kleine Unterschiede und hebt grössere unverhältnissmässig hervor. Sie schematisirt und karikirt. Schon Panum hat seiner Zeit auf die Bedeutung der Contouren für das Sehen aufmerksam gemacht.

Durch sehr mannigfaltige Versuche, von welchen der in Fig. 27 dargestellte einer der einfachsten ist, habe ich die Ansicht gewonnen, dass die Beleuchtung einer Netzhautstelle nach Maassgabe der Abweichung von dem Mittel der Beleuchtungen der Nachbarstellen empfunden wird. Das Gewicht der Netzhautstellen in jenem Mittel ist hiebei als mit der Entfernung von der betrachteten Stelle rasch abnehmend zu denken, was natürlich nur

1) Eine Bemerkung über Analogien zwischen der Lichtempfindung und der Potentialfunction findet sich in meiner Note „Ueber Herrn Guébhard's Darstellung der Aequipotentialcurven". Wiedemann's Annalen (1882), Bd. 17, S. 864 und „Principien der Wärmelehre", 2. Aufl. 1900, S. 118.

durch eine organische Wechselwirkung der Netzhautelemente verständlich werden kann. Ist $i = f(x, y)$ die auf ein Coordinatensystem $(X\ Y)$ bezogene Beleuchtungsintensität der Netzhaut, so ist jener für eine beliebige Stelle maassgebende Mittelwerth durch

$$i + \frac{m}{2}\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$$

annähernd dargestellt, wobei alle Krümmungsradien der Fläche $f(x, y)$ als gross angenommen werden gegen die Entfernung, in welcher sich die Netzhautstellen noch merklich beeinflussen; m ist eine Constante. Je nachdem nun $\left(\frac{d^2 x}{di^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$ positiv oder negativ ist, empfindet sich die Netzhautstelle dunkler, beziehungsweise heller als bei gleichmässiger Beleuchtung der Nachbarstellen mit der ihr selbst entsprechenden Intensität. Hat die Fläche $f(x, y)$ Kanten, Knickungen, so wird $\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$ unendlich, und die Formel wird unbrauchbar. Der Knickungsstelle entspricht in diesem Falle allerdings eine starke Verdunklung oder Erhellung, aber natürlich keine unendliche. Die Netzhaut besteht eben nicht aus empfindenden Punkten, sondern aus einer endlichen Zahl von empfindenden Elementen von endlicher Ausdehnung. Die nähere Kenntniss des Wechselwirkungsgesetzes dieser Elemente, welche zur genaueren Bestimmung der Erscheinung in diesem Specialfalle nöthig wäre, fehlt noch.

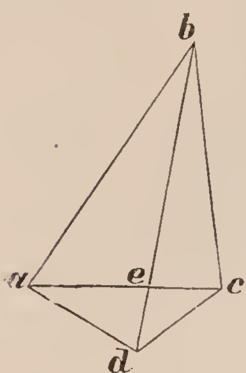
Da man leicht irre geführt werden kann, wenn man nach dem subjectiven Eindruck die objective Lichtvertheilung beurtheilt, so ist die Kenntniss des erwähnten Contrastgesetzes auch für rein physikalische Untersuchungen von Belang. Schon Grimaldi ist durch eine solche Erscheinung getäuscht worden. Dieselbe begegnet uns bei Betrachtung der Schatten, der Absorptionsspectren und in zahllosen anderen Fällen. Durch eigenthümliche Umstände fanden meine Mittheilungen wenig Verbreitung, und die betreffenden Thatsachen sind mehr als 30 Jahre später noch zweimal entdeckt worden[1]).

---

1) H. Seeliger, Die scheinbare Vergrösserung des Erdschattens bei Mondfinsternissen. Abh. d. Münchener Akademie, 1896. — H. Haga und C. H. Wind,

12.

In Bezug auf die durch ein monoculares Bild ausgelösten Tiefenempfindungen sind die folgenden Versuche lehrreich. Die Zeichnung Figur 28 ist ein ebenes Viereck mit den beiden Diagonalen. Betrachten wir sie monocular, so erscheint sie auch, dem Wahrscheinlichkeits- und Sparsamkeitsgesetz entsprechend, am leichtesten eben. Nicht ebene Objecte zwingen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das Auge zum Tiefensehen. Wo dieser Zwang fehlt, ist das ebene Object das wahrscheinlichste und zugleich für das Sehorgan das bequemste.



Figur 28.

Dieselbe Zeichnung kann monocular noch als ein Tetraëder gesehen werden, dessen Kante *bd* vor *ac* liegt, oder als ein Tetraëder, dessen Kante *bd* hinter *ac* liegt. Der Einfluss der Vorstellung und des Willens auf den Sehprocess ist ein höchst beschränkter, er reducirt sich auf die Leitung der Aufmerksamkeit, und auf die Auswahl der Stimmung des Sehorgans für einen von mehreren in seiner Gewohnheit liegenden Fällen, von welchen aber jeder einzelne gewählte sich dann mit maschinenmässiger Sicherheit und Präcision einstellt. Auf den Punkt *e* achtend, kann man in der That willkürlich zwischen den beiden optisch möglichen Tetraëdern wechseln, je nachdem man sich *bd* näher oder ferner als *ac* vorstellt. Für diese beiden Fälle ist das Sehorgan eingeübt, weil häufig ein Körper durch den anderen theilweise gedeckt wird.

Loeb[1]) findet, dass eine Annäherung der Figur 31 Accommodation für die Nähe und damit auch Erhabensehen der fixirten Kante *bc* auslöst. Ich habe einen so bestimmten Erfolg nicht erzielen

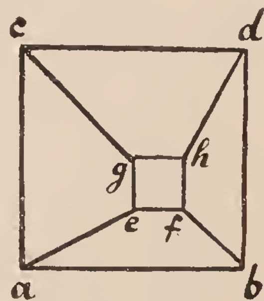
Beugung der Röntgenstrahlen. Wiedemann's Annalen, Bd. 68, 1899, S. 866. — C. H. Wind, Zur Demonstration einer von E. Mach entdeckten optischen Täuschung. Physik. Zeitschr. v. Riecke u. Simon I Nr. 10. — A. v. Obermayer, „Ueber die Säume um die Bilder dunkler Gegenstände auf hellem Hintergrunde" (Eder's Jahrbuch für Photographie, 1900), macht eine Anzahl neuer Thatsachen bekannt, die sich durch das im Text dargelegte Contrastgesetz erklären lassen. Er kennt jedoch von meinen vier Abhandlungen nur die erste, und theilt daher das Gesetz in der ersten mangelhaften Fassung mit.

1) Loeb, Ueber optische Inversion. Pflüger's Arch., Bd. 40, 1887, S. 247.

können, und kann auch theoretisch keinen zureichenden Grund für denselben finden [1]), obgleich ich gern zugebe, dass Entfernungsänderungen der Figur leicht zum Wechsel der Auffassung führen.

Dieselbe Zeichnung kann endlich als eine vierseitige Pyramide gesehen werden, wenn man sich den ausgezeichneten Durchschnittspunkt *e* vor oder hinter der Ebene *abcd* vorstellt. Dies gelingt schwer, wenn *bed* und *aec* zwei vollkommene Gerade sind, weil es der Gewohnheit des Sehorgans widerstreitet, eine Gerade ohne Zwang geknickt zu sehen; es gelingt überhaupt nur, weil der Punkt *e* eine Sonderstellung hat. Findet sich aber bei *e* eine kleine Knickung, so hat der Versuch keine Schwierigkeit.

Die Wirkung einer linearen perspectivischen Zeichnung auf den der Perspective Unkundigen, sobald er überhaupt von der Zeichnungsebene abzusehen vermag, was bei monocularer Betrachtung leicht gelingt, tritt ebenso sicher ein, wie bei vollständiger Kenntniss der Perspectivlehre. Die Ueberlegung und auch die Erinnerung an gesehene Objecte hat nach meiner Ueberzeugung mit dieser Wirkung wenig oder nichts zu schaffen. Warum die Geraden der Zeichnung als Gerade im Raume gesehen werden, wurde schon erörtert. Wo Gerade in einem Punkt der Zeichnungsebene zu convergiren scheinen, werden die convergirenden oder sich annähernden Enden nach dem Wahrscheinlichkeitsprincip und dem Sparsamkeitsprincip in gleiche oder nahe gleiche Tiefe verlegt. Hiedurch ist die Wirkung der Fluchtpunkte gegeben. Parallel können solche Linien gesehen werden, die Nothwendigkeit eines solchen Eindrucks besteht aber nicht. Halten wir die Zeichnung Figur 29 in gleicher Höhe mit dem Auge, so kann sie uns den Blick in die Tiefe eines Ganges vorspiegeln. Die Enden *ghef* werden in gleiche Ferne verlegt. Ist die Entfernung gross, so scheinen hiebei die Linien *ae*, *bf*, *cg*, *dh* horizontal. Erhebt



Figur 29.

[1]) Hillebrand („Verh. v. Accommod. und Converg. z. Tiefenlocalisation". Zeitschr. f. Psych. u. Phys. der Sinnesorg., VII, S. 97) hat die geringe Bedeutung der Accommodation für das Tiefensehen nachgewiesen.

man die Zeichnung, so heben sich die Enden *efgh*, und der Boden *abef* scheint bergan zu steigen. Bei Senkung der Zeichnung tritt die umgekehrte Erscheinung ein. Analoge Veränderungen beobachten wir, wenn wir die Zeichnung rechts oder links zur Seite schieben. Hiebei kommen nun die Elemente der perspectivischen Wirkung zum einfachen und klaren Ausdruck.

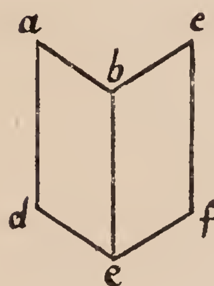
Ebene Zeichnungen, wenn sie durchweg aus geraden Linien bestehen, die sich überall rechtwinklig durchschneiden, erscheinen fast nur eben. Kommen schiefe Durchschnitte und krumme Linien vor, so treten die Linien leicht aus der Ebene heraus, wie z. B. die Figur 30 zeigt, welche man ohne Mühe als ein gekrümmtes Blatt auffasst. Wenn eine solche Contour, wie Figur 30, eine bestimmte Form im Raume angenommen hat, und man sieht dieselbe als Grenze einer Fläche, so erscheint letztere, um es kurz zu sagen, möglichst flach, also wieder mit einem Minimum der Abweichung vom Mittel der Tiefenempfindung [1]).



Figur 30.

13.

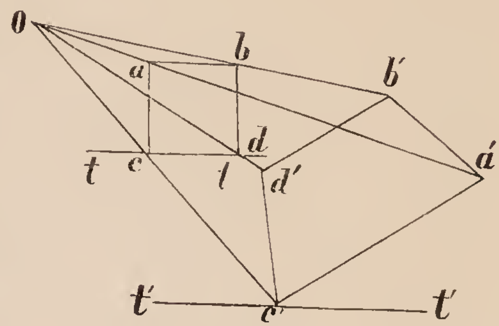
Die eigenthümliche Wechselwirkung, sich schief in der Zeichnungsebene (beziehungsweise auf der Netzhaut) durchschneidender Linien, vermöge welcher sich dieselben gegenseitig aus der Zeichnungsebene (beziehungsweise aus der zur Visirlinie senkrechten Ebene) heraustreiben, habe ich zuerst bei Gelegenheit des vorher (S. 162) erwähnten Experimentes mit der monocularen Inversion des Kartenblattes beobachtet. Das Blatt Figur 31, dessen gegen mich convexe Kante *be* vertical steht, legt sich, wenn es mir gelingt, *be* concav zu sehen, wie ein aufgeschlagenes Buch auf den Tisch, so dass *b* ferner erscheint als *e*. Kennt man die Erscheinung einmal, so gelingt



Figur 31.

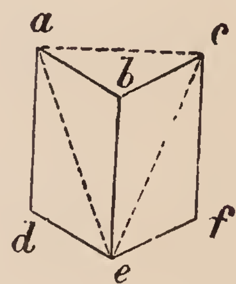
1) Die Tiefenempfindung verhält sich hier wieder ähnlich der Potentialfunction in einem Raum, an dessen Grenzen sie bestimmt ist. Diese möglichst flache Fläche fällt nicht zusammen mit der Fläche minimae areae, welche man erhalten würde, wenn die gesehene räumliche Contour, aus Draht dargestellt, und in Seifenlösung getaucht, sich mit einer Plateau'schen Flüssigkeitshaut erfüllen würde.

die Inversion fast bei jedem Object, und man kann dann immer mit der Formänderung (Umstülpung) zugleich jene merkwürdige Aenderung der Orientirung (Stellung) des Objectes beobachten. Besonders überraschend gestaltet sich der Vorgang bei durchsichtigen Objecten. Es sei $abcd$ der Durchschnitt eines Glaswürfels auf einem Tisch tt, und O das Auge. Bei der monocularen Inversion rückt die Kante a nach a', b aber näher heran nach b', c nach c' und d nach d'. Der Würfel scheint nun auf der Kante c' schief auf dem Tisch $t't'$ zu stehen. Um die Zeichnung übersichtlicher zu gestalten, wurden die beiden Bilder nicht ineinander, sondern hintereinander dargestellt. Ein theilweise mit gefärbter Flüssigkeit gefülltes Trinkglas, an die Stelle des Würfels gesetzt, stellt sich natürlich sammt seiner Flüssigkeitsoberfläche ebenfalls schief.



Figur 32.

Dieselben Erscheinungen kann man bei genügender Aufmerksamkeit auch an jeder Linearzeichnung beobachten. Wenn man das Blatt mit der Figur 31 vertical vor sich hinstellt und monocular betrachtet, so sieht man, wenn be convex ist, b vortreten, wenn be concav ist, e vortreten, sich dem Beobachter nähern, und b zurückweichen. Loeb[1]) bemerkt, dass hiebei die Punkte a, b, e, in der Zeichnungsebene verbleiben. In der That werden hiedurch die Orientirungsänderungen verständlich. Zieht man die punktirten Linien (Fig. 32a) und denkt sich die Figur, so weit sie ausserhalb des punktirten Dreiecks liegt, weggelöscht, so bleibt uns das Bild einer hohlen oder erhabenen dreiseitigen Pyramide, welche mit der Basis in der Zeichnungsebene liegt. Die Inversion hat keine irgendwie räthselhafte Orientirungsänderung mehr zur Folge. Es scheint also, dass jeder monocular gesehene Punkt nach dem Minimum der Abweichungen vom Mittel der Tiefenempfindung, und das ganze gesehene



Figur 32a.

1) Loeb, a. a. O.

Object nach dem Minimum der Entfernung von der Hering'schen Kernfläche strebt, welches unter den Versuchsbedingungen erreichbar ist.

Wenn man die Deformationen beachtet, welche eine ebene gradlinige Figur bei monocularer räumlicher Auslegung erfährt, so kann man dieselben qualitativ darauf zurückführen, dass die Schenkel eines spitzen Winkels sich nach entgegengesetzten Seiten, jene eines stumpfen Winkels nach derselben Seite aus der Zeichnungsebene, der zur Visirlinie senkrechten Ebene, heraustreiben. Spitze Winkel vergrössern, stumpfe Winkel verkleinern sich hiebei. Alle Winkel streben dem rechten zu.

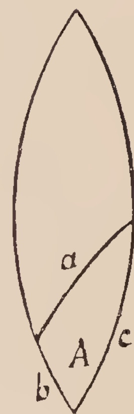
14.

Der letztere Satz legt die Beziehung der eben besprochenen Erscheinung zur Zöllner'schen Pseudoskopie und den zahlreichen verwandten Phänomenen nahe. Auch hier kommt alles auf scheinbare Vergrösserung der spitzen und Verkleinerung der stumpfen Winkel hinaus, nur dass die Zeichnungen in der Ebene gesehen werden. Sieht man dieselben aber monocular räumlich, so verschwinden die Pseudoskopien, und es treten dann die zuvor beschriebenen Erscheinungen auf. Obgleich nun diese Pseudoskopien vielfach studirt worden sind, existirt zur Zeit doch keine allseitig befriedigende Erklärung derselben. Mit so leichtfertigen Erklärungen, wie etwa jener, dass wir gewohnt seien, vorzugsweise rechte Winkel zu sehen, darf man natürlich nicht kommen, wenn die ganze Untersuchung nicht verfahren oder vorzeitig abgebrochen werden soll. Wir sehen oft genug schiefwinklige Objecte, dagegen ohne künstliche Veranstaltung niemals, wie in dem obigen Experiment, einen ruhigen schiefen Flüssigkeitsspiegel. Dennoch zieht das Auge, wie es scheint, den schiefen Flüssigkeitsspiegel einem schiefwinkligen Körper vor.

Die elementare Macht, die sich in diesen Vorgängen ausspricht, hat nach meiner Ueberzeugung ihre Wurzel in viel einfacheren Gewohnheiten des Sehorgans, welche kaum erst im Culturleben des Menschen entstanden sind. Ich habe seiner Zeit versucht, die Erscheinungen durch einen dem Farbencontrast analogen Rich-

tungscontrast zu erklären, ohne zu einem befriedigenden Resultat zu gelangen. Neuere Untersuchungen von Loeb[1]), Heymans[2]) u. A., sowie Beobachtungen von Höfler[3]) über Krümmungscontrast, sprechen nun doch sehr zu Gunsten einer Contrasttheorie. Auch hat, in letzter Zeit wenigstens, die Neigung für eine rein physiologische Erklärung entschieden zugenommen[4]).

Auch das Princip der Sparsamkeit hat sich mir in Bezug auf die Zöllner'sche Pseudoskopie als unergiebig erwiesen. Etwas mehr Aussicht auf Erfolg schien das Princip der Wahrscheinlichkeit zu bieten. Wir denken uns die Netzhaut als Vollkugel und den Scheitel eines Winkels a im Raume fixirt. Die Ebenen, welche durch den Kreuzungspunkt des Auges und die Winkelschenkel hindurchgehend die letzteren auf die Netzhaut projiciren, schneiden auf dieser ein sphärisches Zweieck mit dem Winkel A aus, welcher den Winkel des monocularen Bildes vorstellt. Demselben beliebigen A können nun unzählige Werthe von a zwischen 0^0 und 180^0 entsprechen, wie man erkennt, wenn man bedenkt, dass die Schenkel des objectiven Winkels jede beliebige Lage in den erwähnten projicirenden Ebenen annehmen können. Einem gesehenen Winkel A können also alle Werte des objectiven Winkels a entsprechen, welche sich ergeben, wenn man jede der Dreieckseiten b und c zwischen 0^0 und 180^0 variiren lässt. Hierbei ergibt sich nun wirklich, wenn man die Rechnung in einer bestimmten Weise anlegt, dass gesehenen spitzen Winkeln als wahrscheinlichstes Object ein grösserer Winkel, gesehenen stumpfen Winkeln ein kleinerer Winkel entspricht. Ich war jedoch nicht in der Lage zu entscheiden, ob jene Fälle, welche man als geometrisch gleich mögliche anzusehen geneigt ist, auch als physiologisch gleich mögliche betrachtet werden dürfen, was wesentlich und wichtig wäre. Auch ist mir die ganze Betrachtung viel zu künstlich.



Figur 33.

1) Loeb, Pflüger's Archiv, 1895, S. 509.
2) Heymans, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, XIV, 101.
3) Höfler, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, XII, 1.
4) Witasek, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, XIX, 1,

15.

Es kann hier nicht unerwähnt bleiben, dass A. Stöhr versucht hat, von ganz neuen Gesichtspunkten aus über die zuvor besprochenen Erscheinungen Aufklärung zu gewinnen. Den allgemeinen Erwägungen, von welchen sich Stöhr leiten liess, muss ich volle Sympathie und Zustimmung entgegenbringen. Dagegen habe ich mir bis jetzt kein sicheres Urtheil verschaffen können, ob Stöhr's Hypothesen eine thatsächlich nachweisbare Grundlage entspricht. Die vorausgesetzten Verhältnisse sind auch so complicirt, dass es nicht leicht ist, darüber zu entscheiden, ohne das Gebiet selbst von neuem durchzuexperimentiren. Ich weiss also nicht, ob Stöhr's Ansichten überall zur Erklärung ausreichen werden. In einer älteren Arbeit[1]) wird angenommen, dass dem dioptrischen Bilde des Auges vor der Netzhaut ein katoptrisches Bild in der Netzhaut entspricht, welches nach deren Tiefe Relief hat. Die Tiefe in der Netzhaut wäre zugleich das Bestimmende für die empfundene Tiefe im Sehraum und das Regulirende der Accommodation. In der That habe ich mich immer gefragt, wodurch denn der Sinn der Accommodationsänderung bestimmt sei, da dieselbe durch die blosse Grösse des Zerstreuungskreises nicht bestimmt sein kann, da ferner der Zusammenhang zwischen Convergenz und Accommodation nur ein loser ist, und da auch ein Auge allein sich accommodirt. Anderseits stehen dieser Ansicht die zahlreichen Beobachtungen über die Werthlosigkeit der Accommodation für die Tiefenempfindung entgegen. Die grosse Dicke der Netzhaut der Insectenaugen[2]) legt es wieder nahe, an eine Function derselben bei der Reliefwahrnehmung zu denken.

In zwei folgenden Arbeiten[3]) wird auf diese Ansicht weiter gebaut. Die zweite derselben bringt eine Scheffler'sche Ansicht in eine mehr physiologische Form. Die herrschende Ansicht, nach welcher die Bilder von Stellen, welche mehr oder weniger von

---

1) Zur nativistischen Behandlung des Tiefensehens. Wien 1892.

2) Exner, Die Physiologie der facettirten Augen. Wien 1891, S. 188.

3) Zur Erklärung der Zöllner'schen Pseudoskopie. Wien 1898. — Binoculare Figurmischung und Pseudoskopie. Wien 1900.

correspondirenden abweichen, zu einem einheitlichen Eindruck verschmelzen, findet Stöhr unbehaglich. „Wo ist der Weichenwächter, der den Wechsel nicht nur in aussergewöhnlicher, sondern auch in zweckmässiger Weise so stellt, dass jetzt ein ungewöhnliches Paar von Leitungsbahnen zwei Reize zur Vereinigung im Centralorgan bringen kann?“ Es wird angenommen, dass die Netzhäute beider Augen von einem Streben nach Minimalisation des Lichtreizes beherrscht nach Aequalisation ungleicher Bilder trachten. Die nervösen Elemente erregen den Ciliarmuskel, und zwar nicht nur in ganz gleichmässiger regelmässiger Weise, sondern nach Bedürfniss auch sehr ungleichmässig. Regelmässige Contraction des Ciliarmuskels bringt eine grössere Linsenwölbung und eine geringe Contraction der Netzhaut hervor. Nehmen hiebei die Netzhautelemente ihre Ortswerthe mit, so erscheint dasselbe Netzhautbild vergrössert. So soll es nach Stöhr verständlich werden, dass die Panum'schen proportionalen Kreissysteme (bis zum Radienverhältniss 4 : 5) durch Anpassung der beiden Augen aneinander mit identischen Netzhautstellen einfach und in mittlerer Grösse gesehen werden. Dass die Verschmelzung der Kreissysteme nicht durch Unterdrückung des einen Bildes geschieht, weist Stöhr nach, indem er das eine Kreissystem aus rothen, das andere aus alternirenden grünen Punkten darstellt, so dass in dem binocularen Sammelbild die rothen zwischen den grünen Punkten erscheinen. Unregelmässige Contraction des Ciliarmuskels soll nun eine mehrfache Wirkung hervorbringen: Einmal eine unregelmässige Deformation der Linse mit mannigfaltiger Verschiebung der Spitzen der Diacaustik verschiedener Strahlenbündel, hiedurch Aenderung des Reliefs des dioptrischen und katoptrischen Bildes, und ferner eine mannigfaltige minimale Deformation der Netzhaut. Stöhr glaubt durch detaillirte Rechnungen die Möglichkeit seiner Auffassung darzuthun und durch Untersuchung von Beobachtern mit aphakischen Augen die Thatsächlichkeit seiner Voraussetzungen nachzuweisen. Zu überraschenden Versuchen, z. B. stereoskopischer Knickung von Geraden hat ihn seine Theorie jedenfalls geführt, und sie verdient

also schon deshalb Beachtung. So sehr mir aber seine Auffassung des Auges und seiner Theile als lebender Organismen sympathisch ist, habe ich mich doch noch nicht überzeugen können, dass seine Annahmen zur Erklärung complicirterer Fälle des Raumsehens überall ausreichen.

Stöhr entfernt sich recht weit von den Traditionen der physiologischen Optik. An sich kann das kein Grund sein, auf die genaue Prüfung seiner Theorie nicht einzugehen, seit die an schönen und merkwürdigen Ergebnissen reichen vergleichend physiologischen Untersuchungen von S. Exner und Th. Beer[1]) uns Augen von so mannigfaltigen organischen Einrichtungen kennen gelehrt haben, wie sie ein Physiker a priori kaum vermuthen würde. Vielleicht finden Stöhr's Gedanken keine Anwendung auf das menschliche Auge, dafür aber auf andere Sehorgane.

Dass während des Sehens noch zu erforschende Veränderungen im Auge vorgehn, wird durch manche Erscheinungen wahrscheinlich. Stereoskopbilder mit starken stereoskopischen Differenzen zeigen bei längerem Hinsehen noch ein successiv enorm wachsendes Relief, wenn auch die Verschmelzung scheinbar längst vollendet ist. An feinen glatten parallelen Liniensystemen hat man wellige Krümmungen und Anschwellungen beobachtet, und hat dieselben in etwas eigenthümlicher Weise auf die zur Darstellung von so feinen Geraden unzureichende Netzhautmosaik zurückgeführt. Ich habe aber diese Erscheinung an sehr deutlich sichtbaren, keineswegs mikrometrischen, Geradensystemen bei andauerndem Hinsehen stets wahrgenommen. Mit der Netzhautmosaik hat also die Sache gewiss nichts zu thun. Eher könnte ich glauben, dass durch die Anstrengung, etwa durch kleine Verschiebungen im Sinne Stöhr's, die Raumwerte etwas in Unordnung gerathen sein[2]).

---

1) Th. Beer, Die Accommodation des Fischauges. (Pflügers Archiv, Bd. 58, S. 523.) — Accommodation des Auges in der Thierreihe. (Wiener klinische Wochenschrift, 1898, Nr. 42.) — Ueber primitive Sehorgane. (Ebendas., 1901, Nr. 11, 12, 13.)

2) Ueber die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize. (Wiener Sitzungsber. 2. Abth., October 1866, S. 7, 10 des Separatabzuges.)

16.

Der leichte Uebergang vom pseudoskopischen Sehen ebener Figuren zum monocularen räumlichen Sehen derselben wird wohl über ersteres noch weitere Aufklärung verschaffen. Folgende Thatsachen bestärken diese Vermuthung. Eine ebene Linearzeichnung, monocular betrachtet, erscheint gewöhnlich eben. Macht man aber die Winkel veränderlich und leitet die Bewegung ein, so streckt sich jede derartige Zeichnung sofort in die Tiefe. Man sieht dann gewöhnlich einen starren Körper in einer Drehung begriffen, wie ich dies bei einer früheren Gelegenheit[1]) beschrieben habe. Die bekannten Lissajous'schen Schwingungsfiguren, welche bei Wechsel des Phasenunterschiedes auf einem gedrehten Cylinder zu liegen scheinen, bieten ein schönes Beispiel des betreffenden Vorganges.

Man könnte nun hier wieder auf die Gewohnheit hinweisen, mit starren Körpern umzugehen. Starre Körper, in Drehungen und Wendungen begriffen, umgeben uns in der That fortwährend. Ja die ganze materielle Welt, in welcher wir uns bewegen, ist gewissermaassen ein starrer Körper, und ohne die Hilfe starrer Körper gelangen wir überhaupt nicht zur Vorstellung des geometrischen Raumes. Wir achten auch gewöhnlich nicht auf die Lage der einzelnen Punkte eines Körpers im Raum, sondern fassen ohne Weiteres dessen Dimensionen auf. Darin liegt hauptsächlich für den Ungeübten die Schwierigkeit, ein perspectivisches Bild zu entwerfen. Kinder, welche gewohnt sind, die Körper in ihren wahren Dimensionen zu sehen, können sich mit perspectivischen Verkürzungen nicht abfinden, und sind von einem einfachen Aufriss, von einer Profilzeichnung weit mehr befriedigt. Ich weiss mich dieses Zustandes sehr wohl zu erinnern, und begreife durch diese Erinnerung die Zeichnungen der alten Aegypter, welche alle Körpertheile der Figuren soweit als möglich in ihren wahren Dimensionen darstellen, und dieselben deshalb in die

1) Beobachtungen über monoculare Stereoskopie. Sitzungsberichte der Wiener Akademie (1868), Bd. 58.

Zeichnungsebene gleichsam hineinpressen, wie die Pflanzen in ein Herbar. Auch in den Pompejanischen Wandgemälden begegnen wir, obgleich hier der Sinn für Perspective schon deutlich ist, noch einer merklichen Scheu vor Verkürzungen. Die alten Italiener hingegen, im Gefühle ihrer Sachkenntniss, gefallen sich oft in übermässigen, zuweilen sogar unschönen Verkürzungen, welche dem Auge mitunter eine bedeutende Anstrengung zumuthen.

17.

Es ist also keine Frage, dass uns das Sehen starrer Körper mit den festen Abständen ihrer ausgezeichneten Punkte viel geläufiger ist als das Aussondern der Tiefe, welches sich immer erst durch eine absichtliche Analyse ergibt. Demnach können wir erwarten, dass überall, wo eine zusammenhängende Masse von Empfindungen, die vermöge der continuirlichen Uebergänge und des gemeinsamen Farbencharakters zur Einheit verschmilzt, eine räumliche Veränderung zeigt, diese mit Vorliebe als Bewegung eines starren Körpers gesehen wird. Ich muss aber gestehen, dass mich diese Auffassung wenig befriedigt. Vielmehr glaube ich, dass auch hier eine elementare Gewohnheit des Sehorgans zu Grunde liegt, welche nicht erst durch die bewusste individuelle Erfahrung entstanden ist, sondern welche im Gegentheil schon das Auffassen der Bewegungen starrer Körper erleichtert hat. Würden wir z. B. annehmen, dass jede Verkleinerung der Querdimension einer optischen Empfindungsmasse, welcher die Aufmerksamkeit zugewendet wird, eine entsprechende Vergrösserung der Tiefendimensionen herbeizuführen strebt, und umgekehrt, so wäre dieser Process ganz analog demjenigen, dessen schon oben gedacht (S. 163) und der mit der Erhaltung der Energie verglichen wurde. Die berührte Ansicht ist entschieden viel einfacher und zur Erklärung ebenfalls ausreichend. Man kann sich auch leichter vorstellen, wie eine so elementare Gewohnheit erworben, wie sie in der Organisation ihren Ausdruck finden, und wie die Stimmung für dieselbe vererbt werden kann.

Als Gegenstück zu der Drehung starrer Körper, welche uns das Sehorgan vorspiegelt, will ich hier noch eine andere Beobachtung anführen. Wenn man ein Ei oder ein Ellipsoid mit matter, gleichmässiger Oberfläche über den Tisch rollt, jedoch so, dass es sich nicht um die Axe des Rotationskörpers dreht, sondern hüpfende Bewegungen ausführt, so glaubt man bei binocularer Betrachtung einen flüssigen Körper, einen grossen schwingenden Tropfen, vor sich zu haben. Noch auffallender ist die Erscheinung, wenn ein Ei, dessen Längsaxe horizontal liegt, um eine verticale Axe in mässig rasche Rotation versetzt wird. Dieser Eindruck verschwindet sofort, wenn auf der Oberfläche des Eies Flecken angebracht werden, deren Bewegung man verfolgen kann. Man sieht dann den gedrehten starren Körper.

Die in diesem Kapitel gegebenen Erklärungen sind von Vollständigkeit gewiss noch weit entfernt, doch glaube ich, dass meine Ausführungen ein exacteres und eingehenderes Studium der besprochenen Erscheinungen anregen und anbahnen können.



XI. Empfindung, Gedächtniss und Association.

1.

Es kann nach den vorausgehenden Erörterungen kein Zweifel bestehen, dass blosse Empfindungen kein dem unsrigen auch nur entfernt ähnliches psychisches Leben begründen können. Wenn die Empfindung sofort nach dem Verschwinden vergessen wird, kann nur eine zusammenhangslose Mosaik und Folge von psychischen Zuständen sich ergeben, wie wir dieselbe bei den niedersten Thieren und bei den tiefstehenden Idioten annehmen müssen. Eine Empfindung, welche nicht etwa als heftiger Bewegungsreiz wirkt, wie etwa eine Schmerzempfindung, wird auf dieser Stufe schwerlich Beachtung finden. Der Anblick eines lebhaft gefärbten kugelförmigen Körpers z. B., der nicht durch die Erinnerung an den Geruch und Geschmack, kurz an die Eigenschaft einer Frucht, an die mit derselben gemachten Erfahrungen, ergänzt wird, bleibt unverstanden, ist ohne Interesse, wie dies im Zustande der „Seelenblindheit" beobachtet wird. Aufbewahrung von Erinnerungen, Zusammenhang derselben, Wiedererweckbarkeit durch einander, Gedächtniss und Association, sind die Grundbedingung des entwickelten psychischen Lebens.

2.

Was ist nun das Gedächtniss? Ein psychisches Erlebniss lässt psychische Spuren zurück, dasselbe hinterlässt aber auch physische Spuren. Das gebrannte oder von der Wespe gestochene Kind benimmt sich auch physisch ganz anders, als ein

Kind, welchem diese Erfahrung fehlt. Denn das Psychische und Physische sind überhaupt nur durch die Art der Betrachtung verschieden. Dennoch ist es recht schwierig, in den Erscheinungen der Physik des Unorganischen Züge zu entdecken, welche dem Gedächtniss verwandt sind.

In der Physik des Unorganischen scheint alles durch die augenblicklichen Umstände bestimmt, die Vergangenheit ganz einflusslos zu sein. Die Beschleunigung eines Körpers ist durch die augenblicklichen Kräfte gegeben. Ein Pendel schwingt gleich, ob es die erste Schwingung vollführt, oder ob schon 1000 andere vorausgegangen sind. H verbindet sich mit Cl in derselben Weise, ob es vorher mit Br oder J verbunden war. Allerdings gibt es auch in dem physikalischen Gebiet Fälle, in welchen die Vergangenheit deutlich ihren Einfluss ausspricht. Die Erde erzählt uns ihre geologische Vorgeschichte. Der Mond erzählt sie ebenso. Ich sah bei E. Suess an einem Gesteinstück ein System ganz sonderbarer congruenter Ritzfiguren, welches sehr plausibel als ein vorweltliches Seismogramm interpretirte.

Ein Draht merkt sich sozusagen lange Zeit jede Torsion, die er erlitten hat. Jeder Entladungsfunke ist ein Individuum und von den vorausgegangenen Entladungen beeinflusst. Die isolirende Schicht der Leidnerflasche bewahrt eine Geschichte der vorausgegangenen Ladungen.

Der scheinbare Widerspruch löst sich, wenn wir berücksichtigen, dass wir in der Physik die betrachteten Fälle aufs äusserste zu idealisiren und zu schematisiren, die einfachsten Umstände vorauszusetzen pflegen. Wenn wir ein mathematisches Pendel annehmen, dann ist gewiss die tausendste Schwingung wie die erste, dann gibt es keine Spuren der Vergangenheit, weil wir eben von denselben absehen. Das wirkliche Pendel nutzt aber seine Schneide ab, erwärmt sich durch äussere und innere Reibung, und keine Schwingung gleicht, genau genommen, der andern. Jede zweite, dritte Drahttorsion fällt etwas anders aus, als wenn die früheren nicht gewesen wären. Könnte man in der Psychologie ebenso schematisiren, so würde man Menschen erhalten, die sich identisch

verhalten, keinen Einfluss der individuellen Erlebnisse erkennen lassen würden.

In Wirklichkeit lässt jeder psychische so gut wie jeder physische Vorgang seine unverwischbaren Spuren zurück. In beiden Gebieten gibt es nicht umkehrbare Processe, ob nun die Entropie vermehrt, oder der Knoten einer gestörten und wieder angeknüpften Freundschaft gefühlt wird. Und jeder wirkliche Vorgang enthält mindestens nicht umkehrbare Componenten.

3.

Man wird nun mit Recht sagen: Spuren der Vergangenheit sind noch lange kein Gedächtniss. In der That, damit die Aehnlichkeit grösser werde, müssten gewesene Vorgänge auf einen leisen Anstoss hin aufs neue sich abspielen. Die gut gespielten alten Violinen, die Moser'schen Hauchbilder, der Phonograph sind schon etwas bessere Beispiele. Allein Violine und Phonograph müssen durch äussere Kräfte gespielt werden, während der Mensch sich und sein Gedächtniss selbst spielt. Die organischen Wesen sind nämlich keine starren materiellen Systeme, sondern im Wesentlichen dynamische Gleichgewichtsformen von Strömen von „Materie“ und „Energie“. Die Abweichungsformen dieser Ströme von dem dynamischen Gleichgewichtszustand sind es nun, die sich, je nachdem sie einmal eingeleitet wurden, immer in derselben Weise wiederholen. Solche Variationen dynamischer Gleichgewichtsformen hat die anorganische Physik noch wenig studirt. Die Aenderung von Flussläufen durch zufällige Umstände, welche Läufe dann beibehalten werden, sind ein ganz rohes Beispiel. Schraubt man einen Wasserhahn so weit zu, dass ein ganz dünner ruhiger Strahl zum Vorschein kommt, so genügt ein zufälliger Anstoss, um dessen labiles Gleichgewicht zu stören und dauerndes rhythmisches tropfenweises Ausfliessen zu veranlassen. Man kann eine lange Kette aus einem Gefäss, in welchem sie zusammengerollt liegt, über eine Rolle, nach Art eines Hebers, in ein tieferes Gefäss überfliessen lassen. Ist die Kette sehr lang, der Niveauunterschied sehr gross, so kann die Geschwindigkeit

sehr bedeutend werden, und dann hat die Kette bekanntlich die Eigenschaft, jede Ausbiegung, die man ihr ertheilt, frei in der Luft lange beizubehalten, und durch diese Form hindurchzufliessen. Alle diese Beispiele sind sehr dürftige Analogien der organischen Plasticität für Wiederholung von Vorgängen und von Reihen von Vorgängen.

Die vorausgehenden Betrachtungen sollen zeigen, dass ein physikalisches Verständniss des Gedächtnisses zwar nicht unerreichbar, dass wir von demselben aber noch sehr weit entfernt sind. Ohne Zweifel wird die Physik durch das Studium des Organischen noch bedeutend ihren Blick erweitern müssen, bevor sie dieser Aufgabe gewachsen sein wird. Gewiss ist der Reichthum des Gedächtnisses in der Wechselwirkung, dem Zusammenhang der Organe begründet. Allein ein Rudiment von Gedächtniss wird man wohl auch den Elementarorganismen zuschreiben müssen. Und da kann man nur daran denken, dass jeder chemische Vorgang im Organ Spuren zurücklässt, welche den Wiedereintritt desselben Vorganges begünstigen.

4.

Es ist bekannt, dass in der Psychologie den Associationsgesetzen eine hervorragende Bedeutung zuerkannt wird. Diese Gesetze lassen sich auf ein einziges zurückführen, welches darin besteht, dass von zwei Bewusstseinsinhalten A, B, welche einmal gleichzeitig zusammentrafen, der eine, wenn er eintritt, den andern hervorruft. Das psychische Leben wird in der That viel verständlicher durch Erkenntniss dieses immer wiederkehrenden Grundzuges. Die Unterschiede des Gedankenlaufs, bei einfacher Erinnerung an Erlebtes, bei ernster Berufsbeschäftigung und beim freien Phantasiren oder wachen Träumen, werden leicht begreiflich durch die begleitenden Umstände. Doch wäre es eine Verkehrtheit, alle (S. 156) psychischen Vorgänge auf während des individuellen Lebens erworbene Associationen zurückführen zu wollen. Die Psyche tritt uns in keiner Phase als eine ‚tabula rasa' entgegen. Man müsste mindestens neben den erworbenen Asso-

ciationen auch angeborene Associationen annehmen. Die angeborenen Triebe[1]), welche der introspectiven, auf sich selbst beschränkten Psychologie als solche Associationen erscheinen müssten, führt der Biologe auf angeborene organische Verbindungen, insbesondere Nervenverbindungen, zurück. Es empfiehlt sich daher zu versuchen, ob nicht alle Associationen[2]), auch die individuell erworbenen, auf erworbenen, beziehungsweise durch Gebrauch verstärkten Verbindungen beruhen. Jedenfalls darf man aber auch fragen, ob die Vorgänge, für deren Verbindung in hochdifferenzirten Organismen sich eigene Bahnen gebildet haben, nicht vielmehr das Primäre, schon in niederen Organismen Bestehende sind, deren wiederholtes Zusammentreffen zur Bildung jener Bahnen führt. Gewiss kann eine rationelle Psychologie mit den temporären Associationen nicht auskommen. Sie muss berücksichtigen, dass auch fertige Verbindungsbahnen bestehen. Dann muss auch die Möglichkeit spontan, nicht durch Association auftretender psychischer Processe zugegeben werden, welche die benachbarten Theile des Nervensystems erregen, und bei grosser Heftigkeit auch auf das ganze Nervensystem sich verbreiten. Die Hallucinationen einerseits und die Reflexbewegungen anderseits sind Beispiele aus dem sinnlichen und motorischen Gebiet, welchen Analoga auf andern Gebieten entsprechen dürften.

5.

Die Ansichten über die Wechselwirkung der Theile des Centralnervensystems scheinen einer bemerkenswerthen Wandlung

1) Am auffallendsten, weil in der Zeit voller psychischen Entwicklung und Beobachtungsfähigkeit eintretend, zeigen sich die ersten Aeusserungen des Geschlechtstriebes. Ein vollkommen glaubwürdiger, sehr wahrheitsliebender Mann erzählte mir, er habe als ganz unverdorbener und unerfahrener 16jähriger Bursche die auffallende plötzliche körperliche Veränderung, die er beim Anblick einer decolletirten Dame mit Bestürzung an sich wahrnahm, für eine Krankheit gehalten, über welche er einen Collegen consultirte. Der ganze Complex von ihm durchaus neuen Empfindungen und Gefühlen, die sich da auf einmal offenbarten, hatte überhaupt einen starken Zusatz von Schrecken.

2) H. E. Ziegler, Theoretisches zur Thierphysiologie und vergleichenden Neurophysiologie. (Biol. Centralblatt, Leipzig 1900, Bd. 20, Nr. 1.)

entgegenzugehen, wie dies Loeb[1]) auf Grund eigener Arbeiten und jener von Goltz und Ewald darlegt. Hiernach sind die Tropismen der Thiere von jenen der Pflanzen nicht wesentlich verschieden, und die Nerven gewähren im ersteren Falle nur den Vortheil einer rascheren Reizleitung. Das Leben des Nervensystems wird auf segmentale Reflexe, die Coordination der Bewegungen auf gegenseitige Erregung und Reizleitung, die Instincte werden auf Kettenreflexe zurückgeführt. Der Schnappreflex des Frosches löst z. B. den Schluckreflex aus. Complicirt organisirte Centren werden nicht angenommen, sondern das Gehirn selbst wird als eine Anordnung von Segmenten betrachtet. In allen diesen Ansichten liegt, soweit ich dies beurtheilen kann, ein glückliches und bedeutsames Streben, sich von unnöthig verwickelten, mit Metaphysik durchsetzten Annahmen zu befreien. Nur darin kann ich Loeb nicht beistimmen, dass er in Darwin's phylogenetischen Forschungen über die Instincte eine fehlerhafte Einseitigkeit sieht, welche fallen zu lassen und durch physikalisch-chemische Untersuchung zu ersetzen wäre. Gewiss lag letztere Darwin fern. Gerade dadurch gewann er aber den freien Blick für seine eigenartigen grossen Entdeckungen, die kein Physiker als solcher hätte machen können. Wir streben ja überall, wo es möglich ist, nach physikalischer Einsicht, nach Erkenntniss des unmittelbaren („causalen") Zusammenhanges. Es fehlt aber sehr viel daran, dass diese schon überall erreichbar wäre. Und in solchen Fällen andere fruchtbare Gesichtspunkte, die man immerhin als provisorische ansehen mag, aufzugeben, würde jedenfalls eine andere und sehr folgenschwere Einseitigkeit sein. Die Dampfmaschine kann, wie Loeb sagt, nur physikalisch verstanden werden. Die einzelne gegebene Dampfmaschine, ja! Wenn es sich aber darum handelt, die gegenwärtigen Formen der Dampfmaschine zu verstehen, dann reicht dies nicht. Die ganze Geschichte der technischen und socialen Cultur, nicht minder die geologischen Voraussetzungen, müssen heran. Jedes einzelne

---

1) Loeb, Vergleichende Physiologie des Gehirns. Leipzig 1899.

dieser Momente mag ja zuletzt physikalisch verständlich werden, klärt uns aber auch auf, lange bevor dies erreicht ist[1]).

6.

Denke ich mir, dass, während ich empfinde, ich selbst oder ein Anderer mein Gehirn mit allen physikalischen und chemischen Mitteln beobachten könnte, so würde es möglich sein zu ermitteln, an welche Vorgänge des Organismus Empfindungen von bestimmter Art gebunden sind. Dann könnte auch die oft aufgeworfene Frage, wie weit die Empfindung in der organischen Welt reicht, ob die niedersten Thiere, ob die Pflanzen empfinden, wenigstens nach der Analogie, ihrer Lösung näher geführt werden. So lange diese Aufgabe auch nicht in einem einzigen Specialfall gelöst ist, kann hierüber nicht entschieden werden. Zuweilen wird auch gefragt, ob die (unorganische) „Materie" empfindet. Wenn man von den geläufigen verbreiteten physikalischen Vorstellungen ausgeht, nach welchen die Materie das unmittelbar und zweifellos gegebene Reale ist, aus welcher sich Alles, Unorganisches und Organisches, aufbaut, so ist die Frage natürlich. Die Empfindung muss ja dann in diesem Bau irgendwie plötzlich entstehen, oder von vornherein in den Grundsteinen vorhanden sein. Auf unserm Standpunkt ist die Frage eine Verkehrtheit. Die Materie ist für uns nicht das erste Gegebene. Dies sind vielmehr die Elemente (die in gewisser bekannter Beziehung als Empfindungen bezeichnet werden). Jede wissenschaftliche Aufgabe, die für ein menschliches Individuum einen Sinn haben kann, bezieht sich auf Ermittelung der Abhängigkeit der Elemente von einander. Auch was wir im vulgären Leben Materie nennen, ist eine bestimmte Art des Zusammenhanges der Elemente. Die Frage nach der Empfindung der Materie würde also lauten: ob eine bestimmte Art des Zusammenhanges der Elemente (die in gewisser Beziehung auch immer Empfindungen sind) empfindet? In dieser Form wird die Frage niemand stellen wollen[2]). Alles, was für uns Interesse haben

1) Loeb, a. a. O. S. 130.

2) Vgl. populär-wissenschaftliche Vorlesungen, 3. Aufl. 1903, S. 242.

kann, muss sich bei Verfolgung der allgemeinen Aufgabe ergeben. Wir fragen nach den Empfindungen der Thiere, wenn deren sinnlich beobachtetes Verhalten durch diese verständlicher wird. Nach Empfindungen des Krystalls zu fragen, die keine weitere Aufklärung über dessen sinnlich vollkommen bestimmtes Verhalten geben, hat keinen praktischen und keinen wissenschaftlichen Sinn.



XII. Die Zeitempfindung [1]).

I.

Viel schwieriger als die Raumempfindung ist die Zeitempfindung zu untersuchen. Manche Empfindungen treten mit, andere ohne deutliche Raumempfindung auf. Die Zeitempfindung begleitet aber jede andere Empfindnng und kann von keiner gänzlich losgelöst werden. Wir sind also bei der Untersuchung darauf angewiesen, auf die Variationen der Zeitempfindung zu achten. Zu dieser psychologischen Schwierigkeit gesellt sich noch die andere, dass die physiologischen Processe, an welche die Zeitempfindung geknüpft ist, noch weniger bekannt sind, tiefer und verborgener liegen als die andern Empfindungen entsprechenden Processe. Die Analyse muss sich also vorzugsweise auf die psychologische Seite beschränken, ohne von der physischen, wie dies in anderen Sinnesgebieten wenigstens theilweise möglich ist, entgegenzukommen.

Die wichtige Rolle, welche die zeitliche Ordnung der Elemente in unserm psychischen Leben spielt, braucht kaum besonders betont zu werden. Diese Ordnung ist fast noch bedeutender als die räumliche. Die Umkehrung der zeitlichen Ordnung entstellt einen Vorgang noch viel mehr, als die Umkehrung einer

---

1) Der Standpunkt, den ich hier einnehme, ist hier nur wenig verschieden von jenem meiner „Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres" (Sitzgber. der Wiener Akademie, Bd. 51, 1865). Auf die Einzelheiten dieser älteren Versuche, die ich schon 1860 begonnen habe, will ich hier nicht wieder zurückkommen. Auch das reiche Material kann hier nicht discutirt werden, welches sich durch die Arbeiten von Meumann, Münsterberg, Schumann, Nichols, Hermann u. A. ergeben hat. Vgl. Scripture, The new Psychology, London 1897, p. 170.

Raumgestalt von oben nach unten. Sie macht aus demselben geradezu ein anderes, neues Erlebniss. Deshalb werden die Worte einer Rede, eines Gedichtes, nur in der erlebten Ordnung reproducirt und nicht auch in der umgekehrten, in welcher sie im allgemeinen einen ganz andern, oder gar keinen Sinn haben. Kehrt man gar durch umgekehrtes Lautiren, oder durch umgekehrten Gang des Phonographen die ganze akustische Folge um, so erkennt man nicht einmal mehr die Wortbestandtheile der Rede wieder. Nur an die bestimmte Lautfolge eines Wortes knüpfen sich bestimmte Erinnerungen, und nur wenn dieselben der Wortfolge entsprechend in bestimmter Ordnung geweckt werden, fügen sie sich zu einem bestimmten Sinn zusammen. Aber auch eine Tonfolge, eine einfache Melodie, bei welcher die Gewohnheit und die Association jedenfalls eine sehr geringe Rolle spielen, wird durch die zeitliche Umkehrung unkenntlich. Die zeitliche Folge selbst sehr elementarer Vorstellungen oder Empfindungen gehört mit zu deren Erinnerungsbild.

Fast man die Zeit als Empfindung auf, so befremdet es weniger, dass in einer Reihe, welche in der Ordnung *A B C D E* ablief, irgend ein Glied, z. B. *C*, bloss die nachfolgenden, nicht aber die vorhergehenden in die Erinnerung ruft. So taucht ja auch das Erinnerungsbild eines Gebäudes nicht mit dem Dach nach unten gekehrt auf. Uebrigens scheint es nicht einerlei zu sein, ob nach einem Organ *A* das Organ *B* erregt wird, oder umgekehrt. Es dürfte hierin ein physiologisches Problem liegen, mit dessen Lösung erst das volle Verständniss der fundamentalen psychologischen Thatsache des Ablaufs der Reproductionsreihen in einem bestimmten Sinne gegeben wäre[1]. Möglich, dass
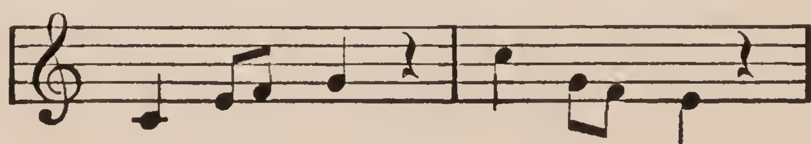
---

1) Vielleicht sind die nervösen Elemente nicht nur mit einer dauernden angeborenen polaren Orientirung behaftet, wie dies durch die abwärts laufende Welle im Darm, in der Muskulatur der Schlange, durch die galvanotropischen Erscheinungen wahrscheinlich wird, sondern sie sind vielleicht auch einer temporären erworbenen Polarität fähig, wie sich dies in der Einhaltung der Zeitfolge im Gedächtniss, in der Uebung u. s. w. ausspricht. Vgl. Loeb und Maxwell, Zur Theorie des Galvanotropismus. Pflüger's Archiv, Bd. 63, S. 121. — Loeb, Vergleichende Gehirnphysiologie, S. 108 u. ff.

diese Thatsache damit zusammenhängt, dass die Erregung, je nach dem Anfangspunkt, in welchem sie in den Organismus eintritt, auf ganz verschiedenen Wegen sich fortpflanzt, ähnlich wie dies für physikalische Fälle durch die Betrachtung S. 75 und die Fig. 12 erläutert wurde. Wenn selbst in einem ganz homogenen Protoplasma zwei Erregungen von zwei distanten Punkten ausgehend sich gleichmässig ausbreiten, so treffen dieselben näher an dem später erregten Punkte zusammen. Die Ordnung der Erregung kann also selbst in den einfachsten Fällen nicht gleichgiltig sein.

Einem Ton *C* folge ein Ton *D*. Der Eindruck ist ein ganz anderer, als wenn *C* auf *D* folgt. Das liegt grossentheils an den Tönen selbst, an ihrer Wechselwirkung. Denn macht man die Pause zwischen beiden Tönen genügend gross, so unterscheidet man möglicher Weise beide Fälle gar nicht mehr. Analoges kann man bei der Folge von Farben, oder überhaupt von Empfindungen beliebiger Sinnesgebiete beobachten. Wenn aber einem Ton *A* eine Farbe oder ein Geruch *B* folgt, so weiss man doch immer, dass *B* auf *A* gefolgt ist, wobei die Schätzung der Pause zwischen *A* und *B* auch ganz unwesentlich durch deren Qualität beeinflusst ist. Es muss also nebenher noch ein Process stattfinden, der von der Variation der Empfindungsqualität nicht afficirt wird, der von derselben ganz unabhängig ist, und an dem wir die Zeit schätzen. Man kann ja eine Art Rhythmus aus ganz heterogenen Empfindungen, Tönen, Farben, Tasteindrücken u. s. w. herstellen.

2.

Dass es eine besondere specifische Zeitempfindung gibt, scheint mir hiernach nicht zweifelhaft. Der gleiche Rhythmus der beiden nebenstehenden Tacte von gänzlich verschie-



dener Tonfolge wird unmittelbar erkannt. Dies ist nicht Sache des Verstandes oder der Ueberlegung, sondern der Em-

pfindung. So wie sich uns verschieden gefärbte Körper von gleicher Raumgestalt darstellen können, so finden wir hier zwei akustisch verschieden gefärbte Tongebilde von gleicher Zeitgestalt. So wie wir in dem einen Fall die gleichen Raumempfindungsbestandtheile unmittelbar herausfühlen, so bemerken wir hier die gleichen Zeitempfindungsbestandtheile oder die Gleichheit des Rhythmus.

Ich behaupte natürlich die unmittelbare Zeitempfindung nur bezüglich kleiner Zeiten. Längere Zeiten beurtheilen wir und schätzen wir durch die Erinnerung an die in denselben stattgehabten Vorgänge, also durch Zerlegung in kleinere Theile, von welchen wir eine unmittelbare Empfindung hatten.

3.

Wenn ich eine Anzahl akustisch vollkommen gleicher Glockenschläge höre, unterscheide ich den ersten, zweiten, dritten u. s. w. Sind es vielleicht die begleitenden Gedanken oder andere zufällige Empfindungen, mit welchen die Glockenschläge sich verknüpfen, die diese Unterscheidungsmerkmale abgeben? Ich glaube nicht, dass jemand ernstlich diese Ansicht wird aufrecht erhalten wollen. Wie zweifelhaft und unzuverlässig müsste da unser Zeitmaass ausfallen. Wohin müsste es gerathen, wenn jener zufällige Gedanken- und Empfindungshintergrund aus dem Gedächtniss verschwinden würde.

Während ich über irgend etwas nachdenke, schlägt die Uhr, die ich nicht beachte. Nachdem sie ausgeschlagen hat, kann es mich interessiren, die Glockenschläge zu zählen. Und in der That tauchen in meiner Erinnerung deutlich ein, zwei, drei, vier Glockenschäge auf, während ich ganz dieser Erinnerung meine Aufmerksamkeit zuwende, und mir gerade dadurch für den Augenblick gänzlich entschwindet, worüber ich während des Schlagens der Uhr nachgedacht habe. Der vermeintliche Hintergrund, auf dem ich die Glockenschläge fixiren könnte, fehlt mir nun. Wodurch unterscheide ich also den zweiten Schlag vom ersten? Warum halte ich nicht alle die gleichen Schläge für einen? Weil

jeder mit einer besonderen Zeitempfindung verknüpft ist, die mit ihm zugleich auftaucht. Ein Erinnerungsbild unterscheide ich von einer Ausgeburt meiner Phantasie ebenfalls durch eine specifische Zeitempfindung, welche nicht jene des gegenwärtigen Augenblickes ist.

4.

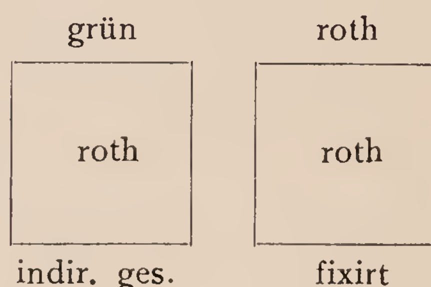
Da die Zeitempfindung immer vorhanden ist, solange wir bei Bewusstsein sind, so ist es wahrscheinlich, dass sie mit der nothwendig an das Bewusstsein geknüpften organischen Consumtion zusammenhängt, dass wir die Arbeit der Aufmerksamkeit als Zeit empfinden. Bei angestrengter Aufmerksamkeit wird uns die Zeit lang, bei leichter Beschäftigung kurz. In stumpfem Zustand, wenn wir unsere Umgebung kaum beachten, fliegen die Stunden rasch dahin. Wenn unsere Aufmerksamkeit gänzlich erschöpft ist, schlafen wir. Im traumlosen Schlaf fehlt auch die Empfindung der Zeit. Der Tag von gestern ist mit dem von heute, wenn zwischen beiden ein tiefer Schlaf liegt, die gleichbleibenden Gemeingefühle abgerechnet, nur durch ein intellectuelles Band verknüpft.

Auf das wahrscheinlich verschiedene Zeitmaass verschieden grosser Thiere derselben Art habe ich schon bei früherer Gelegenheit hingewiesen[1]. Aber auch mit dem Alter scheint sich das Zeitmaass zu ändern. Wie kurz erscheint mir jetzt der Tag gegen jenen meiner Jugendzeit. Und wenn ich mich an den Secundenschlag der astronomischen Uhr erinnere, welche ich in der Jugend beobachtete, so erscheint mir dieser Secundenschlag jetzt merklich beschleunigt. Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, dass meine physiologische Zeiteinheit grösser geworden ist.

Die Ermüdung des Bewusstseinsorgans schreitet, solange wir wachen, continuirlich fort, und die Arbeit der Aufmerksamkeit wächst ebenso stetig. Die Empfindungen, welche an eine grössere Arbeit der Aufmerksamkeit geknüpft sind, erscheinen uns als die späteren.

1) a. a. O. S. 17.

Normale wie anormale psychische Vorkommnisse scheinen sich dieser Auffassung wohl zu fügen. Da die Aufmerksamkeit sich nicht zugleich auf zwei verschiedene Sinnesorgane erstrecken kann, so können deren Empfindungen nicht mit einer absolut gleichen Aufmerksamkeitsarbeit zusammentreffen. Die eine erscheint also später als die andere. Ein solches Analogon dieser sogenannten persönlichen Differenz der Astronomen ergibt sich aber aus dem analogen Grunde auch in einem und demselben Sinnesgebiet. Es ist bekannt, dass ein optischer Eindruck, der physisch später entsteht, unter Umständen dennoch früher erscheinen kann. Es kommt z. B. vor, dass der Chirurg beim Aderlassen zuerst das Blut austreten, und dann den Schnepper einschlagen sieht[1]). Dvořák[2]) hat in einer Versuchsreihe, die er vor Jahren auf meinen Wunsch ausgeführt hat, gezeigt, dass sich dieses Verhältniss willkürlich herstellen lässt, indem das mit Aufmerksamkeit fixirte Object (selbst bei einer wirklichen Verspätung von $^1/_8$—$^1/_6$ Secunde) früher erscheint als das indirect gesehene. Es ist wohl möglich, dass sich die bekannte Erfahrung der Chirurgen durch diesen Umstand aufklären lässt. Die Zeit aber, welche die Aufmerksamkeit benöthigt, um von einem Orte, an dem sie beschäftigt wird, nach einem andern zu übersiedeln, zeigt sich in folgendem von mir angestellten Versuch[3]). Zwei intensiv rothe Quadrate von 2 cm Seite und 8 cm Abstand auf schwarzem Grunde werden in völliger Dunkelheit durch einen für das Auge gedeckten elektrischen Funken beleuchtet. Das direct gesehene Quadrat erscheint roth, das indirect gesehene grün, und zwar oft sehr intensiv. Die verspätete Aufmerksamkeit findet also das direct gesehene Quadrat schon in dem Stadium des



Figur 34.

1) Vergl. Fechner, Psychophysik. Leipzig 1860. Bd. 2, S. 433.

2) Dvořak, Ueber Analoga der persönlichen Differenz zwischen beiden Augen und den Netzhautstellen desselben Auges. Sitzungsberichte der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften (math.-naturw. Classe) vom 8. März 1872.

3) Von Dvořak a. a. O. mitgetheilt.

Purkinje'schen positiven Nachbildes vor. Auch eine Geissler-sche Röhre mit zwei etwas von einander entfernten roth leuchtenden Theilen zeigt beim Hindurchgehen einer einzelnen Entladung dieselbe Erscheinung [1]).

In Bezug auf die Einzelheiten muss ich auf die Abhandlung von Dvořák verweisen. Besonders interessant sind Dvořáks [2]) Versuche über die stereoskopische (binoculare) Combination ungleichzeitiger Eindrücke. Neuere Versuche dieser Art haben Sandford [3]) und Münsterberg [4]) angestellt.

5.

Wiederholt habe ich ein interessantes hierher gehöriges Phänomen beobachtet. Ich sass, in die Arbeit vertieft, in meinem Zimmer, während in einem Nebenzimmer Versuche über Explosionen angestellt wurden. Regelmässig geschah es nun, dass ich zuerst erschreckt zusammenzuckte, und nachher erst den Knall hörte.

Da im Traum die Aufmerksamkeit besonders träge ist, so kommen in diesem Fall die sonderbarsten Anachronismen vor, und jeder hat wohl solche Träume erlebt. Wir träumen z. B. von einem Mann, der auf uns losstürzt und schiesst, erwachen plötzlich, und bemerken den Gegenstand, der durch seinen Fall den ganzen Traum erzeugt hat. Es hat nun nichts Widersinniges, anzunehmen, dass der akustische Reiz verschiedene Nervenbahnen zugleich einschlägt, und hier in beliebiger verkehrter Ordnung von der Aufmerksamkeit angetroffen wird, so wie ich bei der obigen Beobachtung zuerst die allgemeine Erregung, und dann den Explosionsknall bemerkte. Freilich wird es in manchen Fällen zur Erklärung auch ausreichen, ein Verweben einer Sinnesempfindung in ein vorher schon vorhandenes Traumbild anzunehmen.

1) Auch Professor G. Heymans, dem dieser letztere Versuch anfangs nicht gelingen wollte, hat sich später von der Richtigkeit der Angabe überzeugt.

2) a. a. O. S. 2.

3) Sandford, Amer. Journ. Psych., 1894, Vol. VI, p. 576.

4) Münsterberg, Psych. Rev., 1894, Vol. I, p. 56.

6.

Würde die Consumtion oder etwa die Anhäufung eines Ermüdungsstoffes unmittelbar empfunden, so müsste man ein Rückwärtsgehen der Zeit im Traum erwarten. Diese Schwierigkeit besteht nicht, wenn Consumtion und Restitution als heterodrome Processe im Sinne Pauli's (vergl. S. 56) aufgefasst werden. — Die Sonderbarkeiten des Traumes lassen sich fast alle darauf zurückführen, dass manche Empfindungen und Vorstellungen gar nicht, andere zu schwer und zu spät ins Bewusstsein treten. Trägheit der Association ist ein Grundzug des Traumes. — Der Intellect schläft oft nur theilweise. Man spricht im Traume sehr vernünftig mit längst verstorbenen Personen, erinnert sich aber nicht ihres Todes. Ich spreche zu einem Freunde von einer dritten Person, und dieser Freund ist selbst die Person, von der ich sprach. Man reflectirt im Traume über den Traum, erkennt ihn als Traum an den Sonderbarkeiten, ist aber gleich wieder über dieselben beruhigt. — Mir träumte sehr lebhaft von einer Mühle. Das Wasser floss in einem geneigten Canal von einer Mühle herab und hart daneben in einem eben solchen Canal zur Mühle hinauf. Ich war dadurch gar nicht beunruhigt. — Als ich viel mit Raumfragen beschäftigt war, träumte mir von einem Spaziergang im Walde. Plötzlich bemerkte ich die mangelnafte perspectivische Verschiebung der Bäume, und erkannte daran den Traum. Sofort traten aber auch die vermissten Verschiebungen ein. — Im Traum sah ich in meinem Laboratorium ein mit Wasser gefülltes Becherglas, in dem ruhig ein Kerzenlicht brannte. „Woher bezieht das den Sauerstoff?" dachte ich. „Der ist im Wasser absorbirt." „Wo kommen die Verbrennungsgase hin?" Nun stiegen Blasen von der Flamme im Wasser auf, und ich war beruhigt. — W. Robert[1]) macht die vortreffliche Beobachtung, dass es hauptsächlich Wahrnehmungen und Gedanken sind, die man wegen einer Störung

---

1) W. Robert, Ueber den Traum. Hamburg 1886.

bei Tage nicht zu Ende führen konnte, welche im Traume sich fortspinnen. In der That findet man häufig die Traumelemente in den Erlebnissen des vorausgehenden Tages. So konnte ich den Traum von dem Licht im Wasser fast mit Sicherheit auf einen Vorlesungsversuch mit dem elektrischen Kohlenlicht unter Wasser, jenen von der Mühle auf die Versuche mit dem Apparat Fig. 18, S. 117 zurückführen[1]). In meinen Träumen spielen Gesichtshallucinationen die Hauptrolle. Seltener habe ich akustische Träume. Ich höre jedoch deutlich Unterredungen im Traume, Glockengeläute und Musik[2]). Jeder Sinn, selbst der Geschmacksinn, macht sich, wenn auch seltener, im Traume geltend. Da im Traume die Reflexerregbarkeit sehr gesteigert, das Gewissen aber wegen der trägen Association sehr geschwächt ist, so ist der Träumende fast eines jeden Verbrechens fähig, und kann im Stadium des Erwachens die ärgsten Qualen durchkosten. Wer solche Erlebnisse auf sich wirken lässt, wird sehr zweifeln, dass die Methode unserer Gerechtigkeit die richtige ist, ein Unglück durch ein zweites gut zu machen, welches in empörend besonnener, grausamer und feierlicher Weise hinzugefügt wird. — Ich möchte die Gelegenheit nicht vorbei gehn lassen, dem Leser das vortreffliche Buch von M. de Manacéïne zu empfehlen[3]). Was über das Unzureichende der temporären Associationen zur Erklärung des psychischen Lebens S. 156, 185, 186 gesagt wurde, gilt auch für den Traum. Es kommt noch hinzu, dass im Traum die leisesten Spuren des für das wache Bewusstsein längst Vergessenen, die geringsten Störungen der Gesundheit und des Gemüthslebens, welche vor dem Lärm des Tages in den Hintergrund treten mussten, sich geltend machen können. Du Prel vergleicht in seiner „Philosophie der Mystik“ (1885, S. V, 123) diesen Vorgang poetisch und wahr zugleich mit dem Sichtbarwerden des schwach leuchtenden Sternenhimmels nach Untergang

1) Principien der Wärmelehre, 2. Aufl., 1900, S. 444.

2) Wallaschek, Das musikalische Gedächtniss. Vierteljahrsschr. f. Musikwissensch., 1882, S. 204.

3) M. de Manacéïne, Sleep, its Physiology etc. London 1897.

der Sonne. Das genannte Buch enthält überhaupt manche bemerkenswerthe und tiefe Blicke. Gerade der Naturforscher, dessen kritischer Sinn auf das zunächst Erforschbare gerichtet ist, liest dasselbe mit Vergnügen und Gewinn, ohne sich durch die Neigung des Verfassers für das Abenteuerliche, Wunderbare und Ausserordentliche beirren zu lassen.

7.

Wenn die Zeitempfindung an die wachsende organische Consumtion oder an die ebenfalls stetig wachsende Arbeit der Aufmerksamkeit gebunden ist, so wird es verständlich, warum die physiologische Zeit ebenso wie die physikalische Zeit nicht umkehrbar ist, sondern nur in einem Sinne abläuft. Die Consumtion und Aufmerksamskeitsarbeit kann, solange wir wachen, nur wachsen und nicht abnehmen.

Die beiden nebenstehenden Tacte, welche für das Auge und den Verstand eine Symmetrie darbieten, zeigen nichts Derartiges in Bezug auf die Zeitempfindung. Im Gebiete des Rhythmus und der Zeit überhaupt gibt es keine Symmetrie.



8.

Es möchte wohl eine naheliegende und natürliche, wenn auch noch unvollkommene Vorstellung sein, sich das „Bewusstseinsorgan“ in geringem Grade aller specifischen Energien fähig zu denken, von welchen jedes Sinnesorgan nur einige aufzuweisen vermag. Daher das Schattenhafte und Vergängliche der Vorstellung gegenüber der Sinnesempfindung, durch welche letztere die erstere stets genährt und aufgefrischt werden muss. Daher die Fähigkeit des Bewusstseinsorgans, als Verbindungsbrücke zwischen allen Empfindungen und Erinnerungen zu dienen. Mit jeder specifischen Energie des Bewusstseinsorgans hätten wir uns noch eine besondere Energie, die Zeitempfindung, verbunden zu denken, so dass keine der ersteren ohne die letztere erregt werden kann. Sollte es scheinen, dass diese letztere

physiologisch müssig und nur ad hoc erdacht sei, so könnte man ihr sofort eine wichtige physiologische Function zuweisen. Wie wäre es, wenn diese Energie den die arbeitenden Hirntheile nährenden Blutstrom unterhalten, an seinen Bestimmungsort leiten und reguliren würde? Unsere Vorstellung von der Aufmerksamkeit und der Zeitempfindung würde dadurch eine sehr materielle Basis erhalten. Es würde verständlich, dass es nur eine zusammenhängende Zeit gibt, da die Theilaufmerksamkeit auf einen Sinn immer nur aus der Gesammtaufmerksamkeit fliesst und durch diese bedingt ist.

Die plethysmographischen Arbeiten von Mosso, sowie dessen Beobachtungen über den Blutkreislauf im Gehirn[1]), legen eine solche Auffassung nahe. James[2]) äussert sich über die hier ausgesprochene Vermuthung vorsichtig zustimmend. Eine bestimmtere, ausgeführtere Form derselben, die James als wünschenswerth bezeichnet, könnte ich leider nicht angeben.

9.

Wenn wir eine Anzahl gleicher Glockenschläge beobachten, so können wir, solange sie in geringer Anzahl gegeben sind, jeden einzelnen von den andern in der Erinnerung unterscheiden, und können in der Erinnerung nachzählen. Bei einer grössern Zahl von Glockenschlägen aber unterscheiden wir zwar die letzten von einander, doch nicht mehr die ersten. Wollen wir in diesem Fall keinem Irrthum unterliegen, so müssen wir gleich beim Erklingen derselben zählen, d. h. jeden Schlag willkürlich mit einem Ordnungszeichen verknüpfen. Die Erscheinung ist ganz analog derjenigen, welche wir im Gebiet des Raumsinns beobachten, und wird auch nach demselben Princip zu erklären sein. Wenn wir vorwärts schreiten, haben wir zwar die Em-

---

1) Mosso, Kreislauf des Blutes im Gehirn. Leipzig 1881. — Vergl. auch: Kornfeld, Ueber die Beziehung von Athmung und Kreislauf zur geistigen Arbeit. Brünn 1896.

2) James, Psychology, I, 635.

pfindung, dass wir uns von einem Ausgangspunkt entfernen, allein das physiologische Maass dieser Entfernung geht nicht proportional dem geometrischen. So schrumpft auch die abgelaufene physiologische Zeit perspectivisch zusammen, und ihre einzelnen Elemente werden weniger unterscheidbar[1]).

10.

Wenn eine besondere Zeitempfindung existirt, so ist es selbstverständlich, dass die Identität zweier Rhythmen unmittelbar erkannt wird. Wir dürfen aber nicht unbemerkt lassen, dass derselbe physikalische Rhythmus physiologisch sehr verschieden erscheinen kann, ebenso wie derselben physikalischen Raumgestalt je nach deren Lage verschiedene physiologische Raumformen entsprechen können. Der durch nebenstehende Noten veranschau-



lichte Rhythmus erscheint z. B. ganz verschieden, je nachdem man die kurzen dicken, oder die langen dünnen, oder die punktirten Verticalstriche als Taktstriche ansieht. Es hängt dies augenscheinlich damit zusammen, dass die Aufmerksamkeit (durch die Betonung geleitet) bei 1, 2 oder 3 einsetzt, d. h. dass die den aufeinander folgenden Schlägen entsprechenden Zeitempfindungen mit verschiedenen Anfangsempfindungen verglichen werden.

Bei Verlängerung oder Verkürzung aller Zeiten eines Rhythmus entsteht ein ähnlicher Rhythmus. Als solcher empfunden kann derselbe nur werden, wenn die Verlängerung oder Verkürzung nicht über ein gewisses Maass hinausgeht, das eben der unmittelbaren Zeitempfindung gesteckt ist.

Der im Folgenden dargestellte Rhythmus erscheint dem vorigen physiologisch ähnlich, aber nur dann, wenn in beiden die gleichbezeichneten Taktstriche anerkannt werden, wenn also

---

1) Vgl. S. 111.

die Aufmerksamkeit in homologen Zeitpunkten einsetzt. Zwei physikalische Zeitgebilde können als ähnlich bezeichnet werden, wenn alle Theile des einen in demselben Verhältniss



zu einander stehen, wie die homologen Theile des andern. Die physiologische Aehnlichkeit tritt aber erst hervor, wenn auch die obige Bedingung erfüllt ist. So viel ich übrigens zu beurtheilen vermag, erkennt man die Zeitverhältnisse zweier Rhythmen nur dann als gleich, wenn dieselben durch sehr kleine ganze Zahlen dargestellt sind. Eigentlich bemerkt man also unmittelbar nur die Gleichheit oder Ungleichheit zweier Zeiten, und erkennt das Verhältniss im letztern Fall nur dadurch, dass ein Theil in dem andern einfach aufgeht. Hiedurch erklärt es sich, warum man beim Taktgeben die Zeit in lauter durchaus gleiche Theile theilt [1]).

Es wird hiermit die Vermuthung nahe gelegt, dass die Empfindung der Zeit mit periodisch oder rhythmisch sich wiederholenden Processen in nahem Zusammenhange steht. Es wird sich aber kaum nachweisen lassen, wie es gelegentlich versucht worden ist, dass sich das allgemeine Zeitmaass auf die Athmung oder den Puls gründet [2]).

Auch Herr Dr. R. Wlassak hat mir bei Gelegenheit eines Gespräches eine Bemerkung mitgetheilt, die ich mit seinen eigenen Worten wiedergeben will:

„Mit der Hypothese, dass die Zeitempfindung von der organischen Consumtion abhängig ist, steht es in Einklang, dass die Zeitwerthe überall da zu starker Abhebung gelangen, wo die

---

1) Die Aehnlichkeit der Raumgestalten würde hiernach viel unmittelbarer empfunden als die Aehnlichkeit der Rhythmen.

2) Ich möchte hier auf Richard Wallaschek, Primitive Music, London 1893, hinweisen. Das Buch enthält wertvolles Material und schöne Ausführungen, welche für dieses und das folgende Kapitel von Belang sind. Es freut mich zu hören, dass eine bereicherte deutsche Ausgabe in Aussicht steht.

Empfindungen mit lebhafter Gefühlsbetonung verbunden sind Dies gilt sowohl für mit stark lustvollen wie auch mit unlustvollen Empfindungen ausgefüllte Zeitstrecken. Dagegen sind die in den Indifferenzwerten der Gefühlsbetonung sich bewegenden Empfindungen mit relativ undeutlichen Zeitempfindungen verknüpft. Diese Thatsachen weisen darauf hin, dass der den Zeitempfindungen und den Gefühlen zugehörige nervöse Vorgang gewisse Analogien darbietet.

In der That bringen alle Versuche einer physiologischen Theorie der Gefühle diese in Beziehung zur Consumtion, z. B. Meynert's und auch Avenarius' Theorie der Gefühle."



XIII. **Die Tonempfindungen** [1]).

I.

Auch in Bezug auf die Tonempfindungen müssen wir uns vorzugsweise auf die psychologische Analyse beschränken. Es kann hier ebenfalls nur der Anfang einer Untersuchung geboten werden.

Zu den für uns wichtigsten Tonempfindungen gehören diejenigen, welche durch das menschliche Stimmorgan als Aeusserungen von Lust und Schmerz, zur sprachlichen Mittheilung von Gedanken, als Ausdruck des Willens u. s. w. erregt werden. Das Stimmorgan und das Gehörorgan befinden sich auch zweifellos in enger Beziehung. In einfachster und deutlichster Weise enthüllen die Tonempfindungen ihre merkwürdigen Eigenschaften in der Musik. Wille, Gefühl, Lautäusserung und Lautempfindung stehen gewiss in einem starken physiologischen Zusammenhang. Es wird auch ein guter Theil Wahrheit darin stecken, wenn Schopenhauer [2]) sagt, dass die Musik den Willen darstelle, wenn die Musik als eine Sprache des Gefühls bezeichnet wird, u. s. w., doch kaum die ganze Wahrheit.

---

1) Den hier dargelegten Standpunkt habe ich (von der Detailausführung abgesehen) schon vor 35 Jahren eingenommen. Stumpf (Tonpsychologie, Leipzig 1883, Bd. 1), dem ich für die vielfache Berücksichtigung meiner Arbeiten hier danken muss, bringt manche mir sehr sympathische Einzelheiten. Seine S. 119 ausgesprochene Ansicht schien mir aber mit meinem Forschungsprincip des Parallelismus unvereinbar. Seine gegen Lipps gerichtete Bemerkung jedoch (Beiträge zur Akustik, Bd. 1, S. 47, Fussnote) steht meiner Auffassung wieder näher. — Vgl. meine Note: „Zur Analyse der Tonempfindungen", Sitzungsber. d. Wiener Akademie, Bd. 92, II. Abth., S. 1282 (1895).

2) Schopenhauer, Die Welt als Wille und Vorstellung.

2.

H. Berg[1]) hat, um es kurz zu sagen, nach dem Vorgange Darwin's versucht, die Musik aus dem Brunstgeheul der Affen herzuleiten. Man müsste verblendet sein, wenn man das Verdienstvolle und Aufklärende der Ausführungen Darwin's und Berg's verkennen wollte. Auch heute noch kann die Musik sexuelle Saiten berühren, auch heute noch wird sie zur Liebeswerbung thatsächlich benutzt. Auf die Frage aber, worin das Angenehme der Musik liegt, gibt Berg keine befriedigende Antwort. Und da er musikalisch auf dem Helmholtz'schen Standpunkt der Vermeidung der Schwebungen steht, und annimmt, dass die am wenigsten unangenehm heulenden Männchen den Vorzug erhielten, so darf man sich vielleicht wundern, warum die klügsten dieser Thiere nicht lieber ganz schwiegen.

Wenn die Beziehung irgend einer biologischen Erscheinung zur Arterhaltung aufgedeckt, und dieselbe phylogenetisch hergeleitet wird, so ist damit viel gethan. Keineswegs darf man aber glauben, dass auch schon alle diese Erscheinung betreffenden Probleme gelöst seien. Niemand wird wohl das Angenehme der specifischen Wollustempfindung dadurch erklären wollen, dass er deren Zusammenhang mit der Arterhaltung nachweist. Viel eher wird man zugeben, dass die Art erhalten wird, weil die Wollustempfindung angenehm ist. Mag die Musik immerhin unsern Organismus an die Liebeswerbungen der Urahnen erinnern; wenn sie zur Werbung benutzt wurde, musste sie schon positiv Angenehmes enthalten, welches gegenwärtig allerdings durch jene Erinnerung verstärkt werden kann. Wenn der Geruch einer verlöschenden Oellampe mich fast jedesmal in angenehmer Weise an die Laterna magica erinnert, die ich als Kind bewunderte, so ist dies ein ähnlicher Fall aus dem individuellen Leben. Doch riecht darum die Lampe an sich nicht weniger abscheulich. Und wer durch Rosenduft an ein angenehmes Erlebniss erinnert wird,

1) H. Berg, Die Lust an der Musik. Berln 1879.

glaubt darum nicht, dass der Rosenduft nicht schon vorher angenehm gewesen sei. Derselbe hat durch die Association nur gewonnen[1]. Kann nun die erwähnte Auffassung schon das Angenehme der Mnsik überhaupt nicht genügend erklären, so vermag sie zur Beantwortung von Specialfragen, wie z. B., warum in einem gegebenen Fall eine Quarte einer Quinte vorgezogen wird, wohl noch weniger beizutragen.

3.

Man würde überhaupt die Tonempfindungen etwas einseitig beurtheilen, wenn man nur das Gebiet der Sprache und Musik berücksichtigen wollte. Die Tonempfindungen vermitteln nicht allein die Mittheilung, die Aeusserung von Lust und Schmerz, die Unterscheidung der Stimmen von Männern, Frauen, Kindern. Sie bieten nicht allein Merkzeichen der Anstrengung, der Leidenschaft des Sprechenden oder Rufenden. Wir unterscheiden durch dieselben auch grosse und kleine schallende Körper, die Tritte grosser und kleiner Thiere. Gerade die höchsten Töne, welche das Stimmorgan des Menschen nicht selbst erzeugt, sind für die Beurtheilung der Richtung, aus welcher der Schall kommt, muthmaasslich sehr wichtig[2]. Ja diese letztern Functionen der Tonempfindungen sind wahrscheinlich in der Thierwelt älter als diejenigen, welche erst im geselligen Leben der Thiere eine Rolle spielen. Wie man sich durch Neigung eines Cartonblattes vor dem Ohr überzeugen kann, werden nur jene Geräusche, welche sehr hohe Töne enthalten, das Sausen und Zischen einer Gasflamme, eines Dampfkessels oder Wasserfalles, je nach der Lage des Cartonblattes durch Reflexion modificirt, während tiefe Töne ganz unbeeinflusst bleiben. Die beiden Ohrmuscheln können also

1) Auf die Bedeutung der Association für die Aesthetik hat namentlich Fechner hingewiesen.

2) Mach, Bemerkungen über die Function der Ohrmuschel. (Tröltsch's Archiv für Ohrenheilkunde, N. F. Bd. 3, S. 72.) — Vergl. auch Mach und Fischer, Die Reflexion und Brechung des Schalles. Pogg. Ann., Bd. 149, S. 221. — A. Steinhauser, Theorie des binaurealen Hörens. Wien 1877.

nur durch ihre Wirkung auf hohe Töne als Richtungszeiger verwendet werden[1]).

4.

Den wesentlichen Fortschritt in Bezug auf die Analyse der Gehörsempfindungen, welcher durch Helmholtz[2]) in Fortführung der gewichtigen Vorarbeiten[3]) von Sauveur, Rameau, R. Smith, Young, Ohm u. A. bewirkt worden ist, wird jedermann freudig anerkennen. Wir erkennen mit Helmholtz das Geräusch als eine Combination von Tönen, deren Zahl, Höhe und Intensität mit der Zeit variirt. In dem Klange hören wir mit dem Grundton n im Allgemeinen noch die Obertöne oder Partialtöne $2n$, $5n$, $4n$ u. s. w., deren jeder einfachen pendelförmigen Schwingungen entspricht. Werden zwei Klänge, deren Grundtönen die Schwingungszahlen n und m entsprechen, melodisch und harmonisch verbunden, so kann bei bestimmten Verhältnissen[4]) von n und m theilweise Coïncidenz der Partialtöne eintreten, wodurch im ersteren Falle die Verwandtschaft der Klänge bemerklich, im zweiten Falle eine Verminderung der Schwebungen herbeigeführt wird. Alles dies wird nicht zu bestreiten sein, wenn es auch nicht als erschöpfend anerkannt wird.

Ebenso zustimmend kann man sich gegenüber Helmholtz' physiologischer Theorie des Hörens verhalten. Durch die Beobachtungen, welche sich beim Zusammenhang einfacher Töne ergeben, wird es äusserst wahrscheinlich, dass der Reihe der

---

1) Ich hatte Gelegenkeit zu beobachten, wie zahme Hamster, welche gegen tiefe und laute Geräusche ganz unempfindlich waren, jedesmal plötzlich erschreckt und ungestüm in ihr Versteck fuhren, sobald man durch Reiben von Stroh oder Zerknittern von Papier ein hohes Geräusch hervorbrachte. Auch einige Monate alte Kinder sind für solche Geräusche sehr empfindlich.

2) Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen, 1. Aufl., Braunschweig 1863.

3) Vergl. „Zur Geschichte der Akustik" in „Populärwissenschaftliche Vorlesungen", S. 48.

4) Der p^{te} Partialton von n fällt mit dem q^{te} von m zusammen, wenn $pn = qm$, also $m = \frac{p}{q} n$ ist. Hierbei sind p, q ganze Zahlen.

Schwingungszahlen eine Reihe von Nervenendorganen entspricht, so dass für die verschiedenen Schwingungszahlen verschiedene Endorgane vorhanden sind, von welchen jedes nur auf einige wenige einander naheliegende Schwingungszahlen anspricht, Helmholtz' physikalische Vorstellungen über die Function des Labyrinths haben sich dagegen als nicht haltbar erwiesen, worauf wir noch zurückkommen.

5.

Nach einem besonderen Gehörorgan für Geräusch zu suchen, scheint für jeden, der mit Helmholtz annimmt, dass alle Geräusche sich in länger oder kürzer anhaltende Tonempfindungen auflösen lassen, vorläufig überflüssig. Von dieser Inconsequenz ist Helmholtz auch bald wieder zurückgekommen. Mit der Frage nach der Beziehung des Geräusches (insbesondere des Knalles) zum Ton habe ich mich vor langer Zeit (Winter 1872/73) beschäftigt und gefunden, dass sich alle Uebergänge zwischen beiden aufweisen lassen. Ein Ton von 128 ganzen Schwingungen, den man durch den kleinen Ausschnitt einer grossen, langsam rotirenden Scheibe hört, schrumpft zu einem kurzen trockenen Schlag (oder schwachen Knall) von sehr undeutlicher Tonhöhe zusammen, wenn seine Dauer auf 2—3 Schwingungen reducirt wird, während bei 4—5 Schwingungen die Höhe noch ganz deutlich ist. Anderseits bemerkt man an einem Knall, selbst wenn derselbe von einer aperiodischen Luftbewegung herrührt (Funkenwelle, explodirende Knallgasblase), bei genügender Aufmerksamkeit eine Tonhöhe, wenngleich keine sehr bestimmte. Man überzeugt sich auch leicht, dass an einem von der Dämpfung befreiten Clavier durch grosse explodirende Knallgasblasen vorzugsweise die tiefen, durch kleine die hohen Saiten zum Mitschwingen erregt werden. Hiedurch scheint es mir nachgewiesen, dass dasselbe Organ die Ton- und die Geräuschempfindung vermitteln kann. Man wird sich vorzustellen haben, dass eine schwächere, kurz dauernde aperiodische Luftbewegung alle, aber vorzugsweise die kleinen, leichter erregbaren, eine stärkere längere an-

haltende auch die grösseren trägeren Endorgane erregt, welche dann bei ihrer geringeren Dämpfung, länger ausschwingend, sich bemerklich machen, und dass selbst bei verhältnissmässig schwachen periodischen Luftbewegungen durch Häufung der Effecte an einem bestimmten Gliede der Reihe der Endorgane die Reizung hervortritt[1]). Qualitativ ist die Empfindung, welche ein tiefer oder hoher Knall erregt, dieselbe, nur intensiver und von kürzerer Dauer, als diejenige, welche das Niederdrücken einer grossen Anzahl benachbarter Claviertasten in tiefer oder hoher Lage erregt. Auch fallen bei der einmaligen Reizung durch Knall die an die periodische intermittirende Reizung gebundenen Schwebungen weg.

6.

Helmholtz' Arbeit, welche bei ihrem Auftreten zunächst allgemeiner Bewunderung begegnete, erfuhr in späteren Jahren vielfache kritische Angriffe, und es scheint fast, als ob die anfängliche Ueberschätzung dem Gegentheil gewichen wäre. Physiker, Physiologen und Psychologen hatten ja durch beinahe vier Decennien Zeit, die drei Seiten, welche diese Theorie darbietet, zu mustern, und es wäre wohl ein Wunder gewesen, wenn sie die schwachen Stellen nicht erspäht hätten. Ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu machen, wollen wir nun die hauptsächlichsten kritischen Bedenken in Augenschein nehmen, zunächst die von physikalischer und physiologischer Seite vorgebrachten unter einem, dann jene der Psychologen.

Helmholtz hat, von psychologischen und physikalischen Gesichtspunkten geleitet, angenommen, dass das innere Ohr aus einem System von Resonatoren besteht, welches die Glieder der Fourier'schen Reihe, die der dargebotenen Schwingungsform

---

1) Ueber einen Theil meiner Versuche, die an Dvořák's Experimente über Nachbilder von Reizänderungen (1870) anknüpften, habe ich berichtet, in „Lotos", Augustnummer 1873. Die Versuche, betreffend die Erregung der Claviertöne durch Explosionen, habe ich überhaupt noch nirgends erwähnt. Es wird vielleicht nicht unnütz sein, wenn es hier geschieht. — Dieselben Fragen haben später Pfaundler, S. Exner, Auerbach, Brücke, W. Kohlrausch, Abraham und Brühl u. A., und zwar von verschiedenen Gesichtspunkten aus, ausführlich behandelt.

entspricht, als Theiltöne heraushört. Nach dieser Auffassung kann auch das Phasenverhältniss der Theilschwingungen auf die Empfindung keinen Einfluss üben. Dem entgegen versuchte der hochverdiente Akustiker König[1]) nachzuweisen, dass durch die blosse Phasenverschiebung der pendelförmigen Theilschwingungen der sinnliche Eindruck (die Klangfarbe) geändert werde. Aber L. Hermann[2]) konnte zeigen, dass bei Umkehrung des Bewegungssinnes am Phonographen keine Aenderung der Klangfarbe sich ergibt. Nach Hermann erzeugen auch die einzelnen sinusförmigen Streifen der König'schen Wellensirene keine einfachen Töne, und König's Schlüsse gründeten sich also auf eine nicht zutreffende Voraussetzung[3]). Diese Schwierigkeit kann demnach als beseitigt gelten.

Nicht so leicht sind die Erscheinungen der Combinationstöne vom Helmholtz'schen Standpunkt aufzuklären. Young nahm an, dass genügend rasche Schwebungen selbst als Töne hörbar, d. h. zu Combinationstönen werden. Da aber kein Resonator durch Schwebungen erregt werden kann, auf deren Tempo er gestimmt ist, sondern nur durch Töne, so könnten solche Combinationstöne nach der Resonanztheorie nicht hörbar sein. Helmholtz setzte also voraus, dass Combinationstöne entweder objectiv durch kräftige Töne vermöge der Abweichung von der Linearität der Bewegungsgleichungen, oder subjectiv durch asymmetrische oder nichtlineare Schwingungsbedingungen der resonirenden Theile des inneren Ohres zu erklären seien. Nun

---

1) R. König, Quelques expériences d'acoustique. Paris 1882.

2) L. Hermann, Zur Lehre von der Klangwahrnehmung. Pflüger's Archiv, Bd. 56 (1894), S. 467.

3) Ich habe schon 1867 Versuche angestellt mit einer eigenthümlichen Sirene, welche einem der König'schen Apparate sehr ähnlich war. Die Mantelringe eines Cylinders trugen paarweise gleiche gegen einander verschiebbare sinusförmige Ausschnitte, so dass man Intensität und Phase des betreffenden Theiltones beliebig ändern konnte. Es zeigte sich jedoch bei diesen Versuchen, dass die sinusförmigen Ausschnitte keine einfachen Töne gaben, wenn durch eine der Sinusordinate parallele Spalte gegen dieselben geblasen wurde. Da mein Apparat noch ziemlich unvollkommen war und seinem Zweck, einen Klang aus Theiltönen von beliebiger Intensität und Phase zusammensetzen, nach dem Obigen nicht entsprach, so habe ich nichts über diese Versuche publicirt.

konnte König[1]) die Existenz von objectiven Combinationstönen nicht nachweisen, fand dagegen auch zwischen weit abstehenden Tönen Schwebungen, welche jedesmal bei genügend rascher Folge als besondere Töne hörbar wurden. Hermann[2]) vernahm Combinationstöne bei so schwachen zusammenwirkenden Tönen, dass erstere nach der Helmholtz'schen Theorie sowohl objectiv als subjectiv ganz unerklärbar scheinen. Deshalb reagirt auch nach Hermann's Ansicht, der sich hierin der König'schen anschliesst, das Ohr nicht nur auf sinusförmige Schwingungen, sondern auf jede Art von Periodicität mit einer durch die Dauer der Periode bestimmten Empfindung.

Die physikalische Resonanztheorie scheint, wenigstens in der ursprünglichen Form, nicht haltbar; Hermann[3]) glaubt sie aber durch eine physiologische Resonanztheorie ersetzen zu können. Auf diese, sowie auf die neue physikalische Hörtheorie von Ewald kommen wir noch zurück.

7.

Wir besprechen nun die Einwendungen, welche vorzugsweise von psychologischen Gesichtspunkten ausgehen. Ziemlich allgemein hat man das positive Moment bei Erklärung der Consonanz vermisst, indem man sich mit dem blossen Mangel an Schwebungen als zureichendem Merkmal der Harmonie

---

1) König, a. a. O. Schon nach König's Beschreibung, der sehr starke Stimmgabeltöne verwendete, musste ich vermuthen, dass bei den von ihm beobachteten Schwebungen vielfach die Obertöne ins Spiel kamen. Die Mitwirkung solcher Obertöne hat nun Stumpf wirklich nachgewiesen (Wiedemann's Annalen, N. F. Bd. 57, S. 660). Von dieser Seite ist also die Helmholtz'sche Theorie sicher. Allein bedenklich ist es, dass objective Combinationstöne nicht existiren (König, Hermann) und dass die subjectiven unter Umständen entstehen, welche mit der Helmholtz-schen Theorie nicht vereinbar sind (Hermann). Vgl. auch M. Meyer, Zur Theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen überhaupt (Zeitschr. f. Psychologie, Bd. 16, S. 1).

2) Hermann, Zur Theorie der Combinationstöne. Pflüger's Archiv, Bd. 49 (1891), S. 499.

3) Hermann, Pflüger's Archiv, Bd. 56, S. 493.

nicht zufrieden geben wollte. Auch A. v. Oettingen[1]) vermisst die Angabe des für jedes Intervall charakteristischen positiven Elementes (S. 30), und will den Wert eines Intervalles nicht von der physikalischen Zufälligkeit des Gehaltes der Klänge an Obertönen abhängig machen. Er glaubt das positive Element in der Erinnerung (S. 40, 47) an den gemeinsamen Grundton (die Tonica) zu finden, als dessen Partialtöne die Klänge des Intervalles oft aufgetreten sind, oder in der Erinnerung an den gemeinsamen Oberton (die Phonica), welcher beiden zukommt. In Bezug auf den negativen Theil der Kritik muss ich v. Oettingen vollkommen beistimmen. Die „Erinnerung" deckt aber das Bedürfniss der Theorie nicht, denn Consonanz und Dissonanz sind nicht Sache der Vorstellung, sondern der Empfindung. Physiologisch halte ich also v. Oettingen's Auffassung für nicht zutreffend. In v. Oettingen's Aufstellung des Principes der Dualität aber (der tonischen und phonischen Verwandtschaft der Klänge), sowie in seiner Auffassung der Dissonanz als eines mehrdeutigen Klanges (S. 244) scheinen mir wertvolle positive Leistungen zu liegen[2]).

8.

Sehr eingehend hat Stumpf in verschiedenen Schriften die Helmholtz'sche Lehre kritisirt[3]). Er beanstandet zunächst die zwei verschiedenen Definitionen, durch Wegfall der Schwebungen und durch Coincidenz der Partialtöne, die Helmholtz

---

1) A. v. Oettingen, Harmoniesystem in dualer Entwicklung. Dorpat 1866.

2) Eine populäre Darstellung des Princips der Dualität, welches schon Euler (Tentamen novae theoriae musicae p. 103), D'Alembert (Eléments de musique. Lyon 1766) und Hauptmann (Die Natur der Harmonik und Metrik, Leipzig 1853, geahnt haben, findet sich in meiner kleinen Schrift: Die Gestalten der Flüssigkeit. Die Symmetrie, Prag 1872 (Popul.-wissensch. Vorles., 3. Aufl., S. 110). — An eine vollwertige Symmetrie wie im Gebiete des Gesichtssinnes darf natürlich im Gebiete der Musik, da die Tonempfindungen selbst kein symmetrisches System bilden, nicht gedacht werden.

3) Wir halten uns hier vor allem an Stumpf, Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft, Heft 1, Leipzig 1898.

von der Consonanz gibt. Die erstere sei bei melodischer Folge, die letztere bei harmonischer Verbindung nicht anwendbar und nicht charakteristisch. Ein nach Art der Schwebungen intermittirender reiner Dreiklang ist keine Dissonanz. Anderseits lassen sich Beispiele von Zusammenklang weit abliegender Töne geben, bei welchen die Schwebungen unmerklich werden, und die dennoch stark dissoniren. Vertheilt man zwei Stimmgabeltöne auf beide Ohren, so treten die Schwebungen jedenfalls sehr zurück, ohne dass der Unterschied zwischen Consonanz und Dissonanz geringer würde. Auch subjectiv gehörte Töne, etwa des Ohrenklingens, kann man als Dissonanzen empfinden, ohne natürlich Schwebungen zu hören. Endlich erweisen sich bloss vorgestellte Töne als consonant oder dissonant, ohne dass hierbei die Vorstellung der Schwebungen eine wesentliche Rolle spielen würde. Die Coincidenz der Partialtöne endlich fällt weg, wo keine Obertöne vorhanden sind, ohne dass deshalb der Unterschied zwischen Dissonanz und Consonanz verschwinden würde. Von den Ausführungen Stumpf's gegen die Erklärung der Consonanz durch unbewusstes Zählen, welche wohl nur mehr wenige Anhänger finden wird, wollen wir absehen. Ebenso wird man gern zugeben, dass die Annehmlichkeit keine hinreichend charakteristische Eigenschaft der Consonanz ist. Dieselbe kann unter Umständen ebensowohl der Dissonanz zukommen.

Stumpf selbst findet das Charakteristische der Consonanz darin, dass sich der Zusammenklang zweier Töne bald mehr bald weniger dem Eindruck eines Tones nähert. Er definirt die Consonanz durch die „Verschmelzung". Er kehrt sozusagen zu den antiken Ansichten zurück, von welchen er eine ausführliche Geschichte[1] gibt. Auch Helmholtz ist diese Auffassung nicht fremd; er discutirt dieselbe, glaubt aber allerdings die erste richtige Erklärung des Verschmelzens der Klänge gegeben zu haben.

1) C. Stumpf, Geschichte des Consonanzbegriffes, I. Theil. Abhandl. der Münchener Akademie, phil.-hist. Cl., 1897.

Dass bei Consonanz eine Verschmelzung der Töne stattfindet, zeigt Stumpf durch statistische Versuche. Unmusikalische halten gleichzeitig angebene Töne desto öfter für einen, je besser dieselben consoniren. Das Bedürfniss, die Verschmelzung weiter zu erklären, leugnet Stumpf nicht. Verschmelzen die Töne durch Aehnlichkeit, so muss dieselbe eine andere sein, als diejenige, auf welcher die Reihenfolge der Töne beruht, denn die letztere nimmt mit dem Abstand der Töne stetig ab. Da ihm aber ein solches zweites Aehnlichkeitsverhältniss rein hypothetisch scheint, so zieht er es vor, an eine physiologische Erklärung anderer Art zu denken. Die Gehirnprocesse beim gleichzeitigen Empfinden zweier Töne von einfacherem Schwingungszahlenverhältniss sollen in einer engeren Beziehung (in specifischer Synergie) stehen, als wenn das Schwingungszahlenverhältniss complicirter ist[1]). Auch aufeinander folgende Töne können verschmelzen. Obgleich die homophone Musik der polyphonen historisch vorausgeht, hält es Stumpf doch für wahrscheinlich, dass die Auswahl der Tonstufen auch für erstere durch Erfahrungen beim gleichzeitigen Hören der Töne geleitet war. In allem Wesentlichen wird man der Stumpf'schen Kritik zustimmen müssen.

9.

Ich selbst habe schon in einer 1863[2]) erschienenen Abhandlung und auch später[3]) einige kritische Bemerkungen über die Helmholtz'sche Theorie gemacht, und 1866 in einer kurz vor der Oettingen'schen erschienenen kleinen Schrift[4]) sehr bestimmt einige Forderungen bezeichnet, welchen eine vollständigere Theorie zu genügen hätte. Weitere Ausführungen habe ich in der ersten Auflage dieser Schrift (1886) gegeben.

---

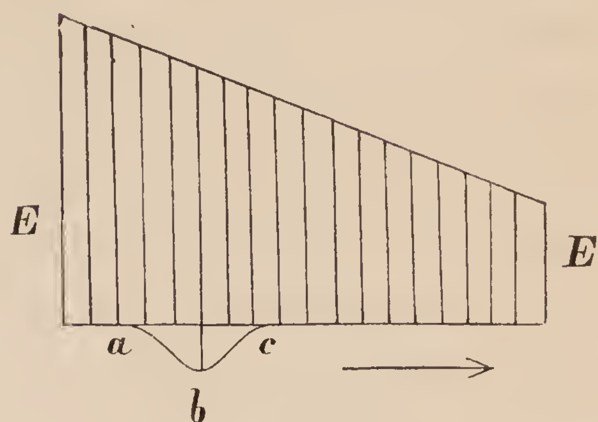
1) C, Stumpf, Beiträge zur Akustik, Heft 1, S. 50.

2) Mach, Zur Theorie des Gehörorgans. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 1863.

3) Vergl. meine: Bemerkungen zur Lehre vom räumlichen Sehen. Fichte's Zeitschrift für Philosophie, 1865. (Popul.-wissensch. Vorl., S. 117.)

4) Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie. Graz 1866. S. d. Vorwort und SS. 23 fg., 46, 88.

Gehen wir von der Vorstellung aus, dass eine Reihe von physikalisch oder physiologisch abgestimmten Endorganen existirt, deren Glieder bei steigender Schwingungszahl nacheinander im Maximum ansprechen, und schreiben wir jedem Endorgan seine besondere (specifische) Energie zu. Dann gibt es so viele specifische Energieen als Endorgane und ebensoviele für uns durch das Gehör unterscheidbare Schwingungszahlen.



Figur 35.

Wir unterscheiden aber nicht bloss die Töne, wir ordnen sie auch in eine Reihe. Wir erkennen von drei Tönen verschiedener Höhe den mittleren ohne weiteres als solchen. Wir empfinden unmittelbar, welche Schwingungszahlen einander näher, welche ferner liegen. Das liesse sich für naheliegende Töne noch leidlich erklären. Denn wenn wir die Schwingungsweiten, die einem bestimmten Ton zukommen, symbolisch durch die Ordinaten der Curve *abc*, Figur 35, darstellen, und diese Curve uns allmälig im Sinne des Pfeiles verschoben denken, so werden naheliegenden Tönen, weil stets mehrere Organe zugleich ansprechen, auch immer schwache gemeinsame Reizungen zukommen. Allein auch ferner liegende Töne haben eine gewisse Aehnlichkeit, und auch an dem höchsten und tiefsten Ton erkennen wir noch eine solche. Nach dem uns leitenden Forschungsgrundsatze müssen wir also in allen Tonempfindungen gemeinsame Bestandtheile annehmen. Es kann also nicht so viele specifische Energieen geben, als es unterscheidbare Töne gibt. Für das Verständniss der Thatsachen, die wir hier zunächst im Auge haben, genügt die Annahme von nur zwei Energieen, die durch verschiedene Schwingungszahlen in verschiedenem Verhältniss ausgelöst werden. Eine weitere Zusammensetzung der Tonempfindungen ist aber durch diese Thatsachen nicht ausgeschlossen, und wird durch die später zu besprechenden Erscheinungen sehr wahrscheinlich.

Die aufmerksame psychologische Analyse der Tonreihe führt unmittelbar zu dieser Ansicht. Aber auch wenn man für jedes Endorgan zunächst eine besondere Energie annimmt, und bedenkt, dass diese Energieen einander ähnlich sind, also gemeinsame Bestandtheile enthalten müssen, gelangt man auf denselben Standpunkt. Nehmen wir also an, nur um ein bestimmtes Bild vor uns zu haben, dass bei dem Uebergang von den kleinsten zu den grössten Schwingungszahlen die Tonempfindung ähnlich variirt wie die Farbenempfindung, wenn man vom reinen Roth, etwa durch allmälige Zumischung von Gelb, zum reinen Gelb übergeht. Hierbei können wir die Vorstellung, dass für jede unterscheidbare Schwingungszahl ein besonderes Endorgan vorhanden ist, vollkommen aufrecht erhalten, nur werden durch verschiedene Organe nicht ganz verschiedene Energieen, sondern immer dieselben zwei in verschiedenem Verhältniss ausgelöst [1]).

10.

Wie kommt es nun, dass so viele gleichzeitig erklingende Töne unterschieden werden, und nicht zu einer Empfindung verschmelzen, dass zwei ungleich hohe Töne nicht zu einem Mischton von mittlerer Höhe zusammenfliessen? Dadurch, dass dies thatsächlich nicht geschieht, ist die Ansicht, die wir uns zu bilden haben, weiter bestimmt. Wahrscheinlich verhält es sich ganz ähnlich, wie bei einer Reihe von Mischfarben von Roth und Gelb, welche an verschiedenen Stellen des Raumes auftreten, die ebenfalls unterschieden werden und nicht zu einem Eindruck zusammenfliessen. In der That stellt sich eine ähnliche Empfindung ein,

---

1) Die Ansicht, dass auf verschiedene Schwingungszahlen verschiedene Endorgane ansprechen, ist durch die Schwebungen naheliegender Töne und andere von Helmholtz hervorgehobene Thatsachen zu wohlbegründet und für das Verständniss der Erscheinungen zu wertvoll, als dass sie wieder aufgegeben werden könnte. — Die hier dargelegte Ansicht benützt die (namentlich von Hering) bei Analyse der Farbenempfindungen gewonnenen Erfahrungen.

wenn man von der Beachtung eines Tones übergeht zur Beachtung eines anderen, wie beim Wandern eines fixirten Punktes im Sehfeld. Die Tonreihe befindet sich in einem Analogon des Raumes, in einem beiderseits begrenzten Raum von einer Dimension, der auch keine Symmetrie darbietet, wie etwa eine Gerade, die von rechts nach links senkrecht zur Medianebene verläuft. Vielmehr ist derselbe analog einer verticalen Geraden, oder einer Geraden, welche in der Medianebene von vorn nach hinten verläuft. Während ausserdem die Farben nicht an die Raumpunkte gebunden sind, sondern sich im Raum bewegen können, weshalb wir die Raumempfindungen so leicht von den Farbenempfindungen trennen, verhält es sich in Bezug auf die Tonempfindung anders. Eine bestimmte Tonempfindung kann nur an einer bestimmten Stelle des besagten eindimensionalen Raumes vorkommen, die jedesmal fixirt werden muss, wenn die betreffende Tonempfindung klar hervortreten soll. Man kann sich nun vorstellen, dass verschiedene Tonempfindungen in verschiedenen Theilen der Tonsinnsubstanz auftreten, oder dass neben den beiden Energieen, deren Verhältniss die Färbung der hohen und tiefen Töne bedingt, noch eine dritte, einer Innervation ähnliche besteht, welche beim Fixiren der Töne auftritt. Auch beides zugleich könnte stattfinden. Zur Zeit dürfte es weder möglich noch schon nothwendig sein, hierüber zu entscheiden.

Dass das Gebiet der Tonempfindungen eine Analogie zum Raum darbietet, und zwar zu einem Raum, der keine Symmetrie aufweist, drückt sich schon unbewusst in der Sprache aus. Man spricht von hohen und tiefen Tönen, nicht von rechten und linken, wiewohl unsere Musikinstrumente letztere Bezeichnung sehr nahe legen.

11.

In einer meiner ersten Arbeiten[1]) habe ich die Ansicht vertreten, dass das Fixiren der Töne mit der veränderlichen Spannung

1) Zur Theorie des Gehörorgans, 1863. — Durch gemeinschaftlich mit Kessel ausgeführte Versuche „über die Accommodation des Ohres" (Sitzb. d. Wiener Aka-

des Tensor tympani zusammenhänge. Diese Ansicht kann ich meinen eigenen Beobachtungen und Experimenten gegenüber nicht aufrecht erhalten. Die Raumanalogie fällt hiermit jedoch nicht, sondern es ist nur das betreffende physiologische Element erst aufzufinden. Die Annahme, dass die Vorgänge im Kehlkopf (beim Singen) zur Bildung der Tonreihe beitragen, habe ich in der Arbeit von 1863 ebenfalls berührt, aber nicht haltbar gefunden. Das Singen ist zu äusserlich und zufällig mit dem Hören verbunden. Ich kann Töne weit über die Grenzen meiner Stimme hinaus hören und mir vorstellen. Wenn ich eine Orchesteraufführung mit allen Stimmen höre, oder wenn mir dieselbe als Hallucination entgegentritt, so kann ich mir unmöglich denken, dass mir das Verständniss des ganzen Stimmengewebes durch meinen einen Kehlkopf, der noch dazu gar kein geübter Sänger ist, vermittelt wird. Ich halte die Empfindungen, die man beim Hören von Musik gelegentlich zweifellos im Kehlkopf bemerkt, für nebensächlich, so wie ich mir in meiner musikalisch geübteren Zeit rasch zu jedem gehörten Clavier- oder Orgelstück nebenbei die gegriffenen Tasten vorstellte. Wenn ich mir Musik vorstelle, höre ich immer deutlich die Töne. Aus den die Musikaufführungen begleitenden motorischen Empfindungen allein wird keine Musik, so wenig der Taube, der die Bewegungen der Spieler im Orchester sieht, Musik hört. Ich kann also in diesem Punkte Stricker's Ansicht nicht zustimmen. (Vergl. Stricker, Du langage et de la musique, Paris 1885.)
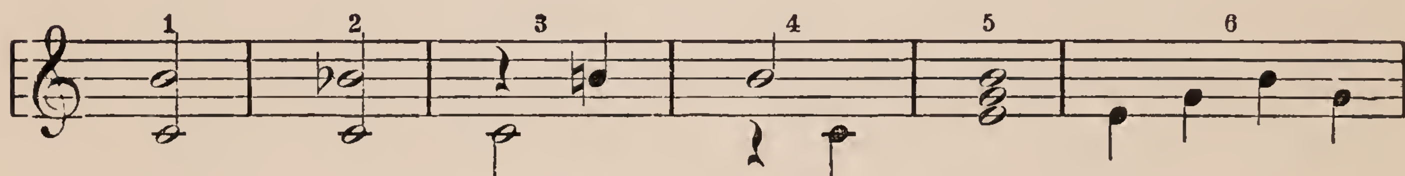
---

demie, Bd. 66, Abth. 3, October 1872) gelang der Nachweis einer veränderlichen Stimmung und Resonanzfähigkeit des Gehörpräparates für verschiedene Töne, indem die Excursionen der durch einen Schlauch zugeführten Schallschwingungen mikroskopisch beobachtet wurden. Eine derartige spontane Veränderung der Stimmung am lebenden Ohr nachzuweisen, gelang aber nicht bei Einleitung des Schalles und Beobachtung durch einen hiezu construirten Mikroskop-Ohrenspiegel. Ich bin aber später zweifelhaft geworden, ob die gewaltigen Schwingungen, die man so beobachtet, überhaupt maassgebend sind, da sie doch ohne Schaden kaum ungedämpft ins Labyrinth gelangen können. Solange man also nicht die Schwingungen am lebenden Ohr beim normalen Hören mit Sicherheit zu beobachten vermag, wird diese Frage kaum endgiltig zu entscheiden sein. Eine Lichtinterferenzmethode könnte zum Ziele führen. Dieselbe müsste aber von besonders einfacher Form sein, um unter den schwierigen Verhältnissen des lebenden Ohres anwendbar zu sein.

Anders muss ich mich zu Stricker's Ansicht über die Sprache stellen (vergl. Stricker, Die Sprachvorstellungen, Wien 1880). Zwar tönt mir eine Rede, an die ich denke, voll ins Ohr, ich zweifle auch nicht, dass durch das Erklingen der Hausglocke, durch einen Locomotivenpfiff u. s. w. direct Gedanken erregt werden können, dass kleine Kinder und selbst Hunde Worte verstehen, die sie nicht nachsprechen können; doch bin ich durch Stricker überzeugt worden, dass zwar nicht der einzig mögliche, aber der gewöhnliche uns geläufige Weg des Sprachverständnisses der motorische ist, und dass wir sehr übel daran sind, wenn uns dieser abhanden kommt. Ich kann selbst aus meiner Erfahrung Bestätigungen dieser Ansicht anführen. Fremde, die meiner Rede folgen wollen, sehe ich häufig leise die Lippen bewegen. Gibt mir jemand seine Wohnung an, und versäume ich den Strassennamen und die Hausnummer nachzusprechen, so vergesse ich die Adresse gewiss, behalte sie aber bei Gebrauch dieser Vorsicht im Gedächtniss. Ein Freund sagte mir kürzlich, er wolle das indische Drama „Urvasi“ nicht lesen, weil er die Namen nur mit Mühe zusammenbuchstabire, und folglich nicht behalte. Der Traum des Taubstummen, von dem Stricker erzählt, ist überhaupt nur nach seiner Ansicht verständlich. — Bei ruhiger Ueberlegung ist dieses anscheinend paradoxe Verhältniss auch gar nicht so wunderbar. Wie sehr sich unsere Gedanken in gewohnten, einmal eingeübten Bahnen bewegen, zeigt die überraschende Wirkung eines Witzes. Gute Witze wären nicht so selten, wenn wir uns nicht vorzugsweise in ausgefahrenen Bahnen bewegen würden. Manchem fällt die naheliegende Nebenbedeutung eines Wortes gar nie ein. Und wer denkt, wenn er die Namen Schmied, Schuster, Schneider als Namen gebraucht, an die betreffenden Handwerke? — Um ein naheliegendes Beispiel aus einem anderen Gebiete anzuführen, bringe ich in Erinnerung (vergl. S. 92), dass ich Spiegelschrift neben dem Original sofort als mit diesem symmetrisch-congruent erkenne, ohne sie doch direct lesen zu können, da ich die Schrift motorisch mit der rechten Hand erlernt habe. Daran kann ich am besten

erläutern, warum ich Stricker nicht auch in Bezug auf Musik beistimme: Die Musik verhält sich zur Sprache, wie das Ornament zur Schrift.

12.
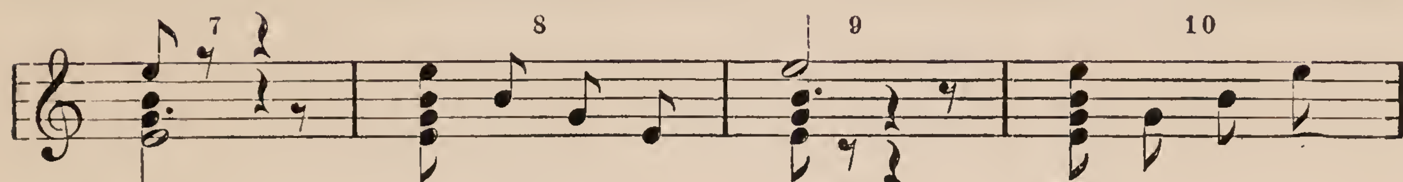
Die Analogie zwischen dem Fixiren von Raumpunkten und dem Fixiren von Tönen habe ich wiederholt durch Experimente erläutert, die ich hier nochmals anführen will. Dieselbe Combination von zwei Tönen klingt verschieden, je nachdem man den einen oder den anderen beachtet. Die Combinationen 1 und 2 haben einen merklich verschiedenen Charakter, ja nachdem man den obern oder untern Ton fixirt. Wer die Aufmerksamkeit nicht willkürlich zu leiten vermag, helfe sich dadurch, dass er den einen
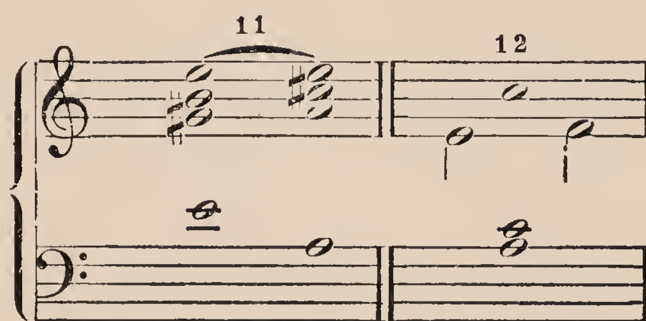


Ton später eintreten lässt (3, 4). Dieser zieht dann die Aufmerksamkeit auf sich. Bei einiger Uebung gelingt es, eine Harmonie (wie 5) in ihre Bestandtheile aufzulösen, und diese (etwa wie bei 6) einzeln herauszuhören. Diese und die folgenden Experimente werden der anhaltenden Töne wegen besser und überzeugender mit der Physharmonica, als mit dem Clavier ausgeführt.

Besonders überraschend ist die Erscheinung, die eintritt, wenn man einen fixirten Ton in einer Harmonie erlöschen lässt. Die Aufmerksamkeit gleitet dann auf einen der nächstliegenden über, welcher mit einer Deutlichkeit auftaucht, als wenn er eben angeschlagen worden wäre. Der Eindruck des Experimentes ist ganz ähnlich demjenigen, den man erhält, wenn man, in die Arbeit vertieft, plötzlich den gleichmässigen Schlag der Pendeluhr auftauchen hört, der gänzlich aus dem Bewusstsein geschwunden war. Im letzteren Falle tritt das ganze Tongebiet über die Schwelle, während im ersteren ein Theil höher gehoben wird. Fixirt man

z. B. in 7 die Oberstimme, während man von oben nach unten



fortschreitend einen Ton nach dem andern erlöschen lässt, so erhält man ungefähr den Eindruck 8. Fixirt man in 9 den tiefsten Ton und verfährt umgekehrt, so erhält man den Eindruck 10. Dieselbe Harmoniefolge klingt sehr verschieden, je nach der fixirten Stimme. Fixire ich in 11 oder 12 die Oberstimme, so scheint sich nur die Klangfarbe zu ändern. Beachtet man aber in 11 den Bass, so scheint die ganze Klangmasse in die Tiefe zu fallen, dagegen zu steigen, wenn man in 12 den Schritt *e—f* beachtet. Es wird hierbei recht deutlich, dass Accorde sich als Vertreter von Klängen verhalten können. Lebhaft erinnern diese Beobachtungen an den wechselnden Eindruck, den man



erhält, wenn man in einem Ornament bald diesen, bald jenen Punkt fixirt.

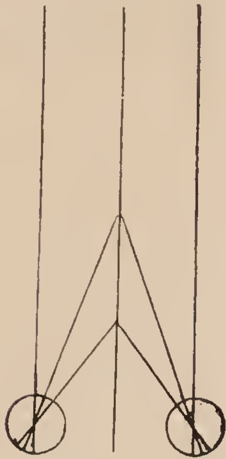
Es sei hier noch an das unwillkürliche Wandern der Aufmerksamkeit erinnert, welches beim (mehrere Minuten) anhaltenden gleichmässigen Erklingen eines Harmoniumtones eintritt, wobei nach und nach alle Obertöne von selbst in voller Klarheit auftauchen[1]). Der Vorgang scheint auf eine Erschöpfung der Aufmerksamkeit für einen länger beobachteten Ton zu deuten. Diese Erschöpfung wird auch wahrscheinlich durch ein Experiment, welches ich an einem andern Orte ausführlicher beschrieben habe[2]).

---

1) Vergl. meine „Einleitung in die Helmholtz'sche Musiktheorie", S. 29.

2) Vergl. meine „Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen", S. 58.

Die hier dargelegten Verhältnisse im Gebiete der Tonempfindungen könnten etwa durch folgendes Bild veranschaulicht werden. Gesetzt, unsere beiden Augen wären nur einer einzigen Bewegung fähig, sie vermöchten nur die Punkte einer horizontalen, in der Medianebene liegenden Geraden durch wechselnde symmetrische Convergenzstellung zu verfolgen, der nächste fixirte Punkt sei rein roth, der fernste, welcher der Parallelstellung entspricht, rein gelb, und dazwischen lägen alle Uebergänge; so würde dieses System unserer Gesichtsempfindungen die Verhältnisse der Tonempfindungen sehr fühlbar nachahmen.



Figur 36.

13.

Nach der bisher gewonnenen Ansicht bleibt eine in dem Folgenden zu betrachtende wichtige Thatsache unverständlich, deren Erkläruug aber von einer vollständigeren Theorie unbedingt gefordert werden muss. Wenn zwei Tonfolgen von zwei verschiedenen Tönen ausgehen und nach denselben Schwingungszahlenverhältnissen fortschreiten, so erkennen wir in beiden dieselbe Melodie ebenso unmittelbar durch die Empfindung, als wir an zwei geometrisch ähnlichen, ähnlich liegenden Gebilden die gleiche Gestalt erkennen. Gleiche Melodien in verschiedener Lage können als Tongebilde von gleicher Tongestalt oder als ähnliche Tongebilde bezeichnet werden. Man kann sich überzeugen, dass dieses Erkennen nicht an die Verwendung geläufiger musikalischer Intervalle oder oft verwendeter einfacherer Schwingungszahlenverhältnisse gebunden ist. Wenn man an einer Violine oder überhaupt an einem mehrsaitigen Instrument, die einzelnen leeren Saiten in beliebige unharmonische Stimmung bringt, dann auf dem Griffbrett ein ganz beliebig in complicirten Verhältnissen getheiltes Papier befestigt, so kann man

dieselben Theilungspunkte in beliebiger Folge, erst auf der einen, dann auf den andern Saiten greifen, oder schleifend verbinden. Obgleich nun das Gehörte gar keinen musikalischen Sinn hat, erkennt man auf jeder Saite dieselbe Melodie wieder. Das Experiment würde sich nicht überzeugender gestalten, wenn man die Theilung in irrationalen Verhältnissen vornehmen wollte. Dies gelingt ja in Wirklichkeit nur annähernd. Der Musiker könnte immer noch behaupten, er höre den bekannten musikalischen Intervallen nahe liegende oder zwischen denselben liegende. Nicht abgerichtete Singvögel bedienen sich nur ausnahmsweise der musikalischen Intervalle.

Schon bei einer Folge von nur zwei Tönen wird die Gleichheit des Schwingungszahlenverhältnisses unmittelbar erkannt, die Tonfolgen *c—f*, *d—g*, *e—a* u. s w., welche alle dasselbe Schwingungszahlenverhältniss (3 : 4) darbieten, werden alle unmittelbar als gleiche Intervalle, als Quarten erkannt. Dies ist die Thatsache in ihrer einfachsten Form. Das Merken und Wiedererkennen der Intervalle ist das Erste, was sich der angehende Musiker aneignen muss, wenn er mit seinem Gebiet vertraut werden will.

E. Kulke hat in einer kleinen, sehr lesenswerthen Schrift[1] eine hierauf bezügliche Mittheilung über die originelle Unterrichtsmethode von P. Cornelius gemacht, die ich hier nach Kulke's mündlicher Mittheilung noch ergänzen will. Um die Intervalle leicht zu erkennen, ist es nach Cornelius zweckmässig, sich einzelne Tonstücke, Volkslieder u. s. w. zu merken, welche mit diesen Intervallen beginnen. Die Tannhäuser-Ouvertüre beginnt z. B. mit einer Quart. Höre ich eine Quarte, so bemerke ich sofort, dass die Tonfolge der Beginn der Tannhäuser-Ouvertüre sein könnte, und erkenne daran das Intervall. Ebenso kann die

1) E. Kulke, Ueber die Umbildung der Melodie. Ein Beitrag zur Entwicklunglehre. Prag (Calve) 1884.

Fidelio-Ouvertüre No. 1 als Repräsentant der Terz verwendet werden, u. s. w. Dieses vortreffliche Mittel, welches ich bei akustischen Demonstrationen erprobt und sehr wirksam gefunden habe, ist anscheinend eine Complication. Man könnte meinen, es müsste leichter sein, ein Intervall, als eine Melodie zu merken. Doch bietet eine Melodie der Erinnerung mehr Hilfen, so wie man ein individuelles Gesicht leichter merkt und mit einem Namen verknüpft, als einen bestimmten Winkel oder eine Nase. Jeder Mensch merkt sich Gesichter und verknüpft sie mit Namen; Leonardo da Vinci hat aber die Nasen in ein System gebracht.

14.

So wie jedes Intervall in der Tonfolge in charakteristischer Weise sich bemerklich macht, ebenso verhält es sich in der harmonischen Verbindung. Jede Terz, jede Quart, jeder Molldreiklang oder Durdreiklang hat seine eigenthümliche Färbung, an welcher er unabhängig von der Höhe des Grundtons und unabhängig von der Zahl der Schwebungen, welche ja mit dieser Höhe rasch zunimmt, erkannt wird.

Eine Stimmgabel, die man vor ein Ohr hält, hört man fast nur mit diesem Ohr. Bringt man zwei etwas gegen einander verstimmte, stossende Stimmgabeln vor dasselbe Ohr, so sind die Stösse sehr deutlich. Stellt man aber die eine Gabel vor das eine, die andere vor das andere Ohr, so werden die Stösse sehr schwach. Zwei in einem harmonischen Intervall stehende Gabeln klingen stets etwas rauher vor einem Ohr. Der Charakter der Harmonie bleibt aber auch bewahrt, wenn man vor je ein Ohr eine Gabel stellt[1]). Auch die Disharmonie bleibt bei diesem Experiment sehr deutlich. Harmonie und Disharmonie sind jedenfalls nicht durch die Schwebungen allein bestimmt.
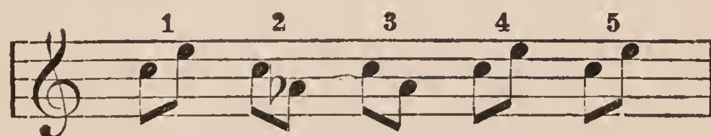
---

1) Vgl. Fechner, Ueber einige Verhältnisse des binocularen Sehens. Leipzig 1860, S. 536. — Ich habe solche Versuche vielfach selbst angestellt.

15.

Sowohl bei der melodischen als bei der harmonischen Verbindung zeichnen sich die Töne, welche in einfachen Schwingungszahlenverhältnissen stehen, 1) durch Gefälligkeit und 2) durch eine für jenes Verhältniss charakteristische Empfindung aus. Was die Gefälligkeit betrifft, so kann nicht in Abrede gestellt werden, dass dieselbe theilweise durch das Zusammenfallen der Partialtöne und bei harmonischer Verbindung auch durch das hiermit verbundene Zurücktreten der Schwebungen bei bestimmten Schwingungszahlenverhältnissen aufgeklärt ist. Der unbefangene Musikerfahrene ist aber nicht ganz befriedigt. Ihn stört die zu bedeutende Rolle, welche der zufälligen Klangfarbe eingeräumt wird, und er merkt, dass die Töne noch in einer positiven Contrastbeziehung stehen, wie die Farben, nur dass bei Farben keine so genauen gefälligen Verhältnisse angegeben werden können.

Die Bemerkung, dass wirklich eine Art Contrast unter den Tönen besteht, drängt sich beinahe von selbst auf. Ein constanter glatter Ton ist etwas sehr Unerfreuliches und Farbloses, wie eine gleichmässige Farbe, in welche sich unsere ganze Umgebung hüllt. Erst ein zweiter Ton, eine zweite Farbe wirkt belebend. Lässt man einen Ton, wie beim Experimentiren mit der Sirene, langsam in die Höhe schleifen, so geht ebenfalls aller Contrast verloren. Derselbe besteht hingegen zwischen weiter abstehenden



Tönen, und nicht nur zwischen den sich unmittelbar folgenden, wie das nebenstehende Beispiel erläutern mag. Der Gang 2 klingt ganz anders nach 1 als allein, 3 klingt anders als 2, und auch 5 anders als 4 unmittelbar nach 3.

16.

Wenden wir uns nun zu dem zweiten Punkt, der charakteristischen Empfindung, welche jedem Intervall entspricht,

und fragen wir, ob dieselbe nach der bisherigen Theorie erklärt werden kann. Wenn ein Grundton *n* mit seiner Terz *m* melodisch oder harmonisch verbunden wird, so fällt der 5. Partialton des ersten Klanges (5*n*) mit dem vierten des zweiten Klanges (4*m*) zusammen. Dies ist das Gemeinsame, was nach der Helmholtz'schen Theorie allen Terzverbindungen zukommt. Combinire ich die Klänge *C* und *E*, oder *F* und *A*, und stelle in dem folgenden Schema ihre Partialtöne dar,

				↓								↓				
C	c	g	$\bar{c}$	$\bar{e}$	$\bar{g}$	$\bar{b}$	$\bar{\bar{c}}$		E	e	h	$\bar{e}$	$\bar{gis}$	$\bar{h}$	$\bar{\bar{d}}$	$\bar{\bar{e}}$
n	2*n*	3*n*	4*n*	5*n*	6*n*	7*n*	8*n*		*m*	2*m*	3*m*	4*m*	5*m*	6*m*	7*m*	8*m*

				┼↓								┼↓				
F	f	$\bar{c}$	$\bar{f}$	$\bar{a}$	$\bar{\bar{c}}$	$\bar{\bar{es}}$	$\bar{\bar{f}}$		A	a	e	$\bar{a}$	$\bar{cis}$	$\bar{e}$	$\bar{g}$	$\bar{a}$
n	2*n*	3*n*	4*n*	5*n*	6*n*	7*n*	8*n*		*m*	2*m*	3*m*	4*m*	5*m*	6*m*	7*m*	8*m*

so coïncidiren in der That in dem einen Fall die mit ↓, in dem andern die mit ┼↓ bezeichneten Partialtöne, in beiden Fällen der fünfte Partialton des tieferen mit dem vierten Partialton des höheren Klanges. Dieses Gemeinsame besteht aber nur für den physikalisch analysirenden Verstand, und hat mit der Empfindung nichts zu schaffen. Für die Empfindung coïncidiren in dem ersten Fall die ē, in dem zweiten die ā, also ganz verschiedene Töne. Gerade dann, wenn wir für jede unterscheidbare Schwingungszahl eine zugehörige specifische Energie annehmen, müssen wir fragen, wo bleibt der jeder Terzverbindung gemeinsame Empfindungsbestandtheil?

Man halte diese meine Unterscheidung nicht für Pedanterie und Haarspalterei. So wenig meine Frage, worin die physiologische Aehnlichkeit der Gestalten zum Unterschied von der geometrischen bestehe, überflüssig war, so wenig ist diese gleichzeitig (vor etwa 37 Jahren) gestellte Frage unnöthig. Will man ein physikalisches oder mathematisches Kennzeichen der Terz als ein Merkmal der Terzempfindung gelten lassen,

so begnüge man sich nach Euler[1]) mit der Coïncidenz von je vier und fünf Schwingungen, welche Auffassung gar nicht so übel war, solange man glauben konnte, dass der Schall auch im Nerv noch als periodische Bewegung fortgehe, was A. Seebeck (Pogg. Ann., Bd. 68) noch für möglich gehalten hat[2]). Die Helmholtz'sche Coïncidenz von 5 n und 4 m ist in Bezug auf diesen Punkt nicht weniger symbolisch und nicht aufklärender.

17.

Bis hierher habe ich meine Ausführungen mit der Ueberzeugung vorgebracht, dass ich nicht nöthig haben werde, einen wesentlichen Schritt zurück zu thun. Dieses Gefühl begleitet mich nicht in gleichem Maasse bei der Entwicklung der folgenden Hypothese, die sich mir im Wesentlichen vor langer Zeit dargeboten hat. Sie mag aber wenigstens dazu dienen, die Forderung, die ich an eine vollständigere Theorie der Tonempfindungen glaube stellen zu müssen, auch von der positiven Seite zu beleuchten und zu erläutern. Ich will meine Ansicht zunächst so darstellen, wie dies in der ersten Auflage dieser Schrift geschehen ist.

Für ein Thier von einfacher Organisation sei die Wahrnehmung leiser periodischer Bewegungen des Mediums, in dem es sich befindet, eine wichtige Lebensbedingung. Wird der Wechsel der Aufmerksamkeit (wegen der zu grossen Organe, in welchen so rapide Aenderungen nicht mehr eintreten können) zu träge und die Oscillationsperiode zu kurz, die Amplitüde zu klein, als dass die einzelnen Phasen der Reizung ins Bewusstsein fallen könnten, so wird es noch möglich sein, die gehäuften Empfindungseffecte des oscillatorischen Reizes wahrzunehmen. Das Gehörorgan wird dem Tastorgan den Rang ablaufen[3]). Ein

1) Euler, Tentamen novae theoriae musicae. Petropoli 1739, S. 36.

2) In neuerer Zeit ist diese Auffassung wieder von Lipps versucht und von Stumpf kritisirt worden.

3) Es ist deshalb fraglich, ob Thiere, welche ein so kleines Zeitmaass haben, dass ihre willkürlichen Bewegungen für uns tönen, in dem gewöhnlichen Sinne hören,

schwingungsfähiges Endorgan (ein Hörhaar) spricht nun vermöge seiner physikalischen Eigenschaften nicht auf jede Schwingungszahl an, aber auch nicht auf eine, sondern gewöhnlich auf mehrere weit von einander abliegende[1]. Sobald also das ganze Continuum der Schwingungszahlen zwischen gewissen Grenzen für das Thier von Wichtigkeit wird, genügen nicht mehr einige wenige Endorgane, sondern es stellt sich das Bedürfniss nach einer ganzen Reihe solcher Organe von abgestufter Stimmung ein. Als ein solches System wurde von Helmholtz zunächst das Corti'sche Organ, dann die Basilarmembran angesehen.

Schwerlich wird nun ein Glied dieses Systems nur auf eine Schwingungszahl ansprechen. Wir müssen vielmehr erwarten, dass es viel schwächer in abgestufter Intensität (vielleicht durch Knoten abgetheilt) auch auf die Schwingungszahlen 2 n, 3 n, 4 n u. s. w., und ebenso auch auf die Schwingungszahlen $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$, $\frac{n}{4}$ u. s. w. anspricht. Da die Annahme einer besondern Energie für jede Schwingungszahl sich als unhaltbar gezeigt hat, so stellen wir uns dem Obigen gemäss vor, dass zunächst nur zwei Empfindungsenergieen, sagen wir Dumpf (D) und Hell (H) ausgelöst werden. Die betreffende Empfindung wollen wir (ähnlich wie dies bei Mischfarben geschieht) symbolisch durch $pD + pH$ darstellen, oder wenn wir $p + q = 1$ setzen, und q als eine Function f (n) der Schwingungszahl ansehen[2], durch

$$[1 - f(n)]\,D + f(n)\,H.$$

Die auftretende Empfindung soll nun der Schwingungszahl des oscillatorischen Reizes entsprechen, an welchem Glied

---

oder ob vielmehr nicht das ein Tasten ist, was uns an ihnen den Eindruck des Hörens macht. Vgl. z. B. die schönen Versuche und Beobachtungen von V. Graber (Die chordotonalen Organe. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 20, S. 506). — Vgl. „Bewegungsempfindungen", S. 123. — Diese Vermuthung hat sich seither vielfach bestätigt. — Populärwiss. Vorles., 3. Aufl., S. 401.

1) Wie z. B. V. Hensen beobachtet hat.

2) Will man eine recht einfache Darsellung haben, so setzt man f (n) = k. logn.

der Reihe der Endorgane der Reiz auch angreifen mag. Hiedurch wird die frühere Darstellung nicht wesentlich gestört. Denn indem das Glied R_n am stärksten auf n und viel schwächer auf 2 n, 3 n oder $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$ anspricht, indem R_n auch auf einen aperiodischen Anstoss mit n ausschwingt, wird doch die Empfindung $[1 - f(n)]D + f(n)H$ überwiegend an das Glied R_n gebunden bleiben.

Gut constatirte Fälle von Doppelthören (vgl. Stumpf a. a. O. I. S. 266 fg.) könnten uns nöthigen, das Auslösungsverhältniss von D und H als vom Endorgan und nicht von der Schwingungszahl abhängig zu betrachten, was aber unsere Auffassung ebenfalls nicht stören würde.

Ein Glied R_n spricht also stark auf n, schwächer aber auch auf 2 n, 3 n . . . . und $\frac{n}{2}$, $\frac{n}{3}$ . . . . mit den diesen Schwingungszahlen zugehörigen Empfindungen an. Es ist aber doch sehr unwahrscheinlich, dass die Empfindung genau dieselbe bleibt, ob R_n auf n oder ob $R_{\frac{n}{2}}$ auf n anspricht. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass jedesmal, wenn die Glieder der Organreihe auf einen Partialton ansprechen, die Empfindung eine schwache Zusatzfärbung erhält, die wir symbolisch für den Grundton durch Z_1, für die Obertöne durch Z_2, Z_3 . . . . für die Untertöne durch $Z_{\frac{1}{2}}$, $Z_{\frac{1}{2}}$ . . . . darstellen wollen. Hiernach wäre also die Tonempfindung etwas reicher zusammengesetzt als dies der Formel $[1 - f(n)]D + f(n)H$ entspricht. Die Empfindungen, welche die Reihe der Endorgane, durch die Grundtöne gereizt, gibt, bilden also ein Gebiet mit der Zusatzfärbung Z_1, die Reizung derselben Reihe durch den ersten Oberton gibt ein besonderes Empfindungsgebiet mit der Zusatzfärbung Z_2 u. s. w. Die Z können entweder unveränderliche Bestandtheile sein, oder selbst wieder aus zwei Bestandtheilen U und V bestehen, und durch

$$[1 - f(n)]U + f(n)V$$

darstellbare Reihen bilden, worüber zu entscheiden jetzt nicht von Belang ist.

Allerdings sind nun die physiologischen Elemente Z_1 Z_2 .... erst zu finden. Allein schon die Einsicht, dass sie zu suchen sind, scheint mir wichtig. Sehen wir zu, wie sich das Gebiet der Tonempfindungen ausnimmt, wenn man die Z_1, Z_2 .... als gegeben ansieht.

Betrachten wir als Beispiel eine melodische oder harmonische Terzverbindung. Die Schwingungszahlen seien also $n = 4p$ und $m = 5p$; der tiefste gemeinsame Oberton ist $5n = 4m = 20p$, der höchste gemeinsame Unterton ist p. Dann ergibt sich folgende Uebersicht:

	Die Glieder der Reihe der End-organe:	R_p	R_{4p}	R_{5p}	R_{20p}
Wenn die Klänge $4p$ und $5p$ keine Obertöne enthalten	sprechen an auf die Schwingungszahlen:	$4p$, $5p$	$4p$	$5p$	$4p = \frac{20p}{5}$ $5p = \frac{20p}{4}$
	mit den Zusatzempfindungen:	Z_4, Z_5	Z_1	Z_1	$Z_{\frac{1}{5}}$, $Z_{\frac{1}{4}}$
Wenn die Klänge $4p$ und $5p$ Obertöne enthalten	sprechen ausserdem an auf die Schwingungszahlen:		$20p = 5\,(4p)$	$20p = 4\,(5p)$	
	mit den Zusatzempfindungen:		Z_5	Z_4	

Bei der Terzverbindung treten also die für die Terz charakteristischen Zusatzempfindungen Z_4, Z_5 und $Z_{\frac{1}{4}}$, $Z_{\frac{1}{5}}$ hervor, auch wenn die Klänge gar keine Obertöne enthalten, und erstere (Z_4, Z_5) werden noch verstärkt, wenn in den Klängen entweder in der freien Luft oder doch im Ohr Obertöne vorkommen. Das

Schema lässt sich leicht für jedes beliebige Intervall verallgemeinern[1]).

Diese Zusatzfärbungen werden also, obgleich sie bei einzelnen Tönen und beim Schleifen der Töne fast gar nicht bemerkt werden, bei Combination von Tönen mit bestimmten Schwingungszahlenverhältnissen hervortreten, wie die Contraste schwach gefärbter fast weisser Lichter bei deren Combination lebendig werden. Und zwar entsprechen denselben Schwingungszahlenverhältnissen bei jeder beliebigen Tonhöhe immer dieselben Contrastfärbungen.

So wird es verständlich, wie die Töne durch melodische und harmonische Verbindung mit anderen die mannigfaltigste Färbung erhalten können, die einzelnen Tönen fehlt.

Die Elemente Z_1, Z_2 . . . . darf man sich nicht in unveränderlicher bestimmter Anzahl gegeben denken. Vielmehr muss man sich vorstellen, dass die Zahl der bemerkbaren Z von der Organisation, Uebung des Gehörs und von der Aufmerksamkeit abhängt. Nach dieser Auffassung werden auch nicht direct Schwingungszahlenverhältnisse durch das Gehör erkannt, sondern nur die durch dieselben bedingten Zusatzfärbungen. Die durch $[1 - f(n)]D + f(n)H$ symbolisch dargestellte Tonreihe ist nicht unendlich, sondern begrenzt. Da f(n) sich zwischen den Werten 0 und 1 bewegt, sind D und H die Empfindungen, die

---

1) Die hier gegebene Darstellung findet sich in etwas conciserer Form und etwas variirt in meiner Note „Zur Analyse der Tonempfindungen". Sitzungsber. der Wiener Akademie, math.-nat. Cl., II. Abth., December 1885. Die Analyse der Tonempfindungen wird hier nach Analogie der wesentlich weiter vorgeschrittenen Analyse der Farbenempfindungen versucht. Jede Schwingungszahl des Lichtes löst einige wenige specifische Energieen in einem von dieser Schwingungszahl abhängigen Verhältnisse aus. Die Erregbarkeit dieser Energieen ist an verschiedenen Stellen der Netzhaut verschieden. Analoge Verhältnisse werden mutatis mutandis auch für die Tonempfindungen angenommen. Der unendlichen Mannigfaltigkeit des physikalischen Reizes schien anfänglich in beiden Fällen eine unendliche Mannigfaltigkeit der Empfindungen zu entsprechen. Die psychologische Analyse führt in beiden Fällen dazu, eine geringere Anzahl von Empfindungen anzunehmen und diese nach dem Princip des Parallelismus nicht mehr unmittelbar von dem complicirten physikalischen Reiz, sondern von dem ebenso einfachen psychophysischen Process unmittelbar abhängig zu denken.

einem tiefsten und höchsten Ton entsprechen, die Endglieder. Sinkt oder steigt die Schwingungszahl bedeutend unter oder über diejenige des Grundtones des äussersten Gliedes, so findet nur ein geringeres Ansprechen, aber keine Aenderung der Art der Empfindung mehr statt. Auch die Empfindung der Intervalle muss in der Nähe der beiden Hörgrenzen verschwinden. Zunächst weil der Unterschied der Tonempfindung überhaupt aufhört, dann aber noch, weil an der obern Grenze die Glieder der Reihe fehlen, welche durch Untertöne gereizt werden könnten, an der untern Grenze aber diejenigen, welche auf Obertöne reagiren.

Ueberblicken wir noch einmal die gewonnene Ansicht, so sehen wir, dass fast alles, was durch Helmholtz' Arbeiten statuirt worden ist, beibehalten werden kann. Die Geräusche und Klänge lassen sich in Töne zerlegen. Jeder unterscheidbaren Schwingungszahl entspricht ein besonderes Nervenendorgan. An die Stelle der vielen specifischen Energieen setzen wir aber bloss zwei, die uns die Verwandtschaft aller Tonempfindungen verständlich machen, und erhalten durch die Rolle, welche wir der Aufmerksamkeit zuweisen, gleichwohl mehrere gleichzeitig angegebene Töne unterscheidbar. Durch die Hypothese des mehrfachen Ansprechens der Glieder der Reihe der Endorgane und der „Zusatzfärbungen" tritt die Bedeutung der zufälligen Klangfarbe zurück, und wir sehen den Weg, auf welchem den positiven Merkmalen der Intervalle namentlich auf Grund musikalischer Thatsachen weiter nachzuforschen ist. Endlich erhält durch die letztere Ansicht das v. Oettingen'sche Princip der Dualität eine Unterlage, die vielleicht diesem Forscher selbst etwas besser zusagen dürfte als die „Erinnerung", während sich zugleich zeigt, warum die Dualität keine vollwertige Symmetrie sein kann.

18.

Die Hypothese des mehrfachen Ansprechens der Reihe der Endorgane, sowie jene der Zusatzfärbungen, habe ich ausdrücklich als solche bezeichnet, und habe dieselbe lediglich zu dem Zweck

vorgebracht, um den Sinn der Postulate, welche sich durch die psychologische Analyse ergeben, zu erläutern, und andere vielleicht zu einem glücklicheren Griff anzuregen. Ich kann mich also nicht wundern, wenn andere diesem Versuche nicht ohne weiteres zustimmen. Dass aber diese Hypothese nutzlos sei und ihren Zweck verfehle, wie Stumpf[1]) sagt, kann ich nicht erkennen. Das Zusammentreffen der Zusatzfärbungen Z_4, Z_5, bezw. $Z_{\frac{1}{4}}$, $Z_{\frac{1}{5}}$ in einem Nerv ist nicht bloss ein physischer, sondern auch ein psychophysischer Umstand. Die Empfindung einer Mischfärbung durch ein Element wird kaum gleichgiltig sein. Es scheint mir vielmehr, dass das, was ich suche: die Erklärung der bestimmten Färbung der Intervalle, und auch das, was Stumpf sucht: die Erklärung der Verschmelzung, durch die von mir angenommene partielle Coïncidenz auch ohne Obertöne wirklich dargestellt würde. Wenn ferner Stumpf sagt, dass bei Klängen mit Obertönen für Helmholtz keine Schwierigkeit besteht, die Aehnlichkeit gleicher Intervalle zu verstehen, so beruht dies auf einem Verkennen dessen, was ich gegen Helmholtz vorgebracht habe. Niemand wird befriedigt sein, wenn man ihm sagt, dass bei zwei Terzen gleich starke Obertöne zusammenfallen, da es sich doch um qualitativ ähnliche Empfindungen handelt. Wäre das Wiedererkennen eines melodischen Terzenschrittes unmittelbar verständlich, so brauchte man für das Erkennen der harmonischen Terzenverbindung natürlich keine besondere Erklärung zu suchen. Da aber Stumpf selbst die melodischen Schritte durch die harmonische Verbindung für charakterisirt hält, so würde diese Auffassung einen Cirkel einschliessen. Auch nach meiner Darlegung leitet die Thatsache der melodischen und harmonischen Auswahl bestimmter Tonstufen, bezw. bestimmter Schwingungszahlenverhältnisse auf dasselbe Problem. Meine Hypothese lehnt sich an die Resonanztheorie an, und ist nach Stumpf's Ansicht schon deshalb zu verwerfen. Letzterer Punkt soll noch besonders zur Sprache gebracht werden.

---

1) Stumpf, Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft, Heft 1, S. 17, 18.

19.

Ueber die physikalischen Vorgänge beim Hören, bezw. die Function der Theile des inneren Ohres ist schon sehr viel discutirt worden. Trotzdem scheint es, dass eine unbefangene Revision der physikalischen Hörtheorie sehr nothwendig ist. Man hat gefragt, ob die Gehörknöchelchen als Ganzes schwingen, oder ob die Schallwellen durch dieselben hindurchziehen. E. H. Weber hat sich für die erstere Ansicht entschieden, welche experimentell von Politzer bestätigt und theoretisch wohl von mir zuerst begründet worden ist[1]). Wenn nämlich die Dimensionen des Knöchelchens gegen die Länge der in Betracht kommenden Schallwellen in deren Material sehr klein ist, wie es wirklich zutrifft, so ist es keine Frage, dass in der ganzen Ausdehnung des Knöchelchens nahezu dieselbe Bewegungsphase auftreten, demnach sich das Knöchelchen als Ganzes bewegen muss. Man dachte sich nun die Bewegung der Gehörknöchelchen auf die Labyrinthflüssigkeit übertragen. Allein pathologische Erfahrungen lehren, dass man, wenn nur das Labyrinth in Ordnung ist, auch ohne Mitwirkung der Gehörknöchelchen und des Trommelfelles noch recht gut hört. Diese Theile scheinen nur von Wichtigkeit zu sein, wenn es sich um die Uebertragung der leisesten Luftbewegungen auf das Labyrinth handelt. Da scheint die Reduction des auf die ganze Trommelfellfläche entfallenden Druckes auf die kleine Steigbügelfussplatte nothwendig. Sonst können die Schallwellen auch durch die Kopfknochen auf das Labyrinth übertragen werden. Durch Aufsetzen von tönenden Körpern (Stimmgabeln) auf verschiedene Stellen des Kopfes überzeugt man sich davon, dass die Richtung der auf das Labyrinth eindringenden Schallwellen keine besondere Rolle spielt. Alle Dimensionen des schallpercipirenden Apparates sind wieder so klein gegen die hörbaren Schallwellen, die Schallgeschwindigkeit in den Knochen und der Labyrinth-

1) Mach, Zur Theorie des Gehörorgans. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 58, Juli 1863. Ferner: Helmholtz, Die Mechanik der Gehörknöchelchen, 1869.

flüssigkeit so gross, dass wieder in einem Moment nur merklich dieselbe Wellenphase in der ganzen Ausdehnung des Labyrinthes Platz greifen kann. Das Obige führt darauf, nicht die Bewegungen und die Bewegungsrichtung, sondern die Druckvariationen, welche im Labyrinth nahezu synchron auftreten, als empfindungserregend, als den maassgebenden Reiz zu betrachten.

Betrachten wir dennoch die Bewegung, welche im Labyrinth durch die Bewegungen der Steigbügelplatte eingeleitet werden kann. Wir denken uns zunächst alle Weichtheile herausgenommen, und den durch die Knochenwand begrenzten Raum nur mit Flüssigkeit gefüllt. Die Bewegung, die hier Platz greifen kann, ist eine periodische Strömung vom ovalen gegen das runde Fenster und umgekehrt, deren Form, bei der gegen die Schallgeschwindigkeit verschwindenden Geschwindigkeit der Störung, von der Periode fast ganz unabhängig sein wird. Denkt man sich die Flächen der beiden Fenster als positive und negative Elektrode und die Flüssigkeit leitend, so stimmen die elektrischen Stromlinien mit den Linien der periodischen Strömung überein. Daran kann nun nicht viel geändert werden, wenn die Weichtheile in die Flüssigkeit von so wenig verschiedenem specifischen Gewicht versenkt werden. Die Masse der Flüssigkeit spielt die Hauptrolle. Davon, dass einzelne Gebilde je nach der Tonhöhe, trotz der Flüssigkeit, einen besonderen localen Schwingungszustand annehmen könnten, wird kaum die Rede sein dürfen. Die quantitativen Verhältnisse sind hier ganz andere, als bei Saiten oder Membranen in der Luft.

Es scheint mir demnach, dass die neue Hörtheorie von Ewald[1]) nicht haltbarer ist, als die Helmholtz'sche Theorie der Corti'schen Fasern, oder der elektiven Schwingungen der Basilarmembran. Wenn eine mit Oel bestrichene Membran bei Ewald's Versuchen schon bei stärkerem Anstrich keine deutliche Abtheilung mehr zeigt, so würde sie beim Versenken in eine

1) Ewald, Eine neue Hörtheorie, Bonn 1899.

Flüssigkeit, noch dazu bei entsprechend kleinen Dimensionen, vollends versagen. Es muss übrigens hervorgehoben werden, dass die Ewald'sche Theorie sonst vielfach ansprechend ist und manche Vortheile bieten würde. Die Membranen zeigen z. B. Coïncidenzen der Knotenlinien bei harmonischen Intervallen, auch ohne Obertöne. Diese Theorie hat also den Anschein, einen Theil der oben ausgesprochenen Postulate zu erfüllen. Leider ist sie physikalisch nicht zulässig, abgesehen von andern Schwierigkeiten, welche auch sie nicht zu lösen vermag. Ich maasse mir selbstverständlich nicht an, eine schöne fleissige Arbeit mit wenigen Worten abzuthun, kann aber meine Bedenken doch nicht unterdrücken.

20.

Die Schwierigkeit, die Resonanztheorie physikalisch zu begründen, ist wohl von Allen, die sich mit derselben beschäftigt haben, mehr oder minder gefühlt worden, wie mir scheint, nicht am wenigsten von deren Urheber. Zugleich erkannte man aber, dass mit dem Aufgeben derselben dasjenige Motiv, welches das Verständniss der Klanganalyse, die Durchsichtigkeit der Lehre von den Tonempfindungen bedingt, verloren geht. Daher die krampfhaften Bemühungen, die Resonanztheorie zu halten. L. Hermann[1]) scheint mir nun das richtige Wort ausgesprochen zu haben, wenn er meint, dass ohne irgend eine Resonanztheorie nicht auszukommen sei, dass diese aber nicht nothwendig eine physikalische sein müsse, sondern auch eine physiologische sein könne. Man kann mit Hermann die plausible Annahme machen, dass die nervösen Endorgane selbst für Reize von einer bestimmten Periode besonders empfindlich sind. Es müssen nicht gerade Elasticitätskräfte sein, welche das Organ in seine Gleichgewichtslage zurücktreiben, sondern man kann sich einen elektrischen, chemischen u. s. w. Gleichgewichtszustand denken, und Abweichungen von demselben, die sich wie + und — verhalten. Unter diesen Organen kann ferner eine Verbindung bestehen,

1) Hermann, Pflüger's Archiv, Bd. 56, S. 494, 495 ff., 1894.

wodurch eines auf das andere erregend wirken kann. Es eröffnet sich so die begründete Aussicht, den Verlust der physikalischen Resonanztheorie zu ersetzen. Auf die vollständige und genaue Wiedergabe der Hermann'schen Ausführungen muss ich verzichten, und muss mich begnügen, auf dessen Abhandlungen zu verweisen.

Nur einen Punkt wollen wir noch ins Auge fassen. Wenn zwei sinusförmige (pendelförmige) Schwingungen von den Schwingungszahlen, n, n' zusammenwirken, so entstehen Schwebungen, die man als ein $(n'-n)$-maliges Anschwellen und Abschwellen des Tones n oder n' in der Secunde auffassen kann. Niemals lässt sich aber die Luftbewegung als eine solche ansehen, in welcher die Sinusschwingung, d. h. der Ton $n'-n$, enthalten wäre. Auch ein physikalischer Resonator von der Schwingungszahl $n'-n$ kann durch solche Schwebungen, ob sie schnell oder langsam sind, niemals erregt werden. Man übersieht ja leicht, wenn man sich den Verlauf der Schwebungen vorstellt oder dieselben zeichnet, dass auf die Dauer der Resonatorschwingung $(n'-n)$ ebensoviele und gleich starke positive und negative Impulse fallen. Auch auf die erste Hälfte dieser Zeit entfallen gleiche gleichsinnige Impulse wie auf die zweite Hälfte. Eine wirksame Summation ist also ausgeschlossen. Dieselbe wäre nur möglich, wenn man den Resonator für die eine Art der Impulse empfänglicher machen könnte, als für die andere Art, und empfänglicher in der einen Hälfte seiner Schwingungsdauer. Man sieht, wie dieselbe Ueberlegung dazu führt, die Young'sche Erklärung der Combinationstöne durch rasche Schwebungen aufzugeben, und wie sie anderseits unter Festhalten der Resonanztheorie zur Helmholtz'schen Theorie der Combinationstöne leitet. Die physikalischen Verhältnisse, welche Helmholtz annehmen musste, scheinen aber unter den Umständen, unter welchen man Combinationstöne hört, nicht zu bestehen. Wohl aber ist es denkbar, dass ein nervöses Organ für entgegengesetzte Impulse ungleich empfänglich und ebenso in verschiedenen Stadien seiner Erregung verschieden empfänglich ist. Denn es folgt nicht einfach den einwirkenden Kräften, sondern

enthält einen Energievorrath, auf welchen jene Kräfte nur auslösend einwirken. Somit hätte der Irrthum Young's und der muthmaasslich misslungene Verbesserungsversuch Helmholtz' auf einen wichtigen neuen Gesichtspunkt geleitet.

21.

Bei ihrem Auftreten erschien die Helmholtz'sche Lehre von den Tonempfindungen als eine schöne, vollendete, mustergiltige Leistung. Dennoch haben fundamentale Aufstellungen derselben der Kritik nicht Stand halten können. Und diese Kritik war keineswegs eine muthwillige, wie daraus genügend hervorgeht, dass die Ausführungen der verschiedenen Kritiker trotz aller individueller Eigenthümlichkeit auf dieselben Punkte und nach denselben Richtungen hinweisen. Das Hauptproblem erscheint durch die Kritik fast auf den Stand vor Helmholtz zurückgeschraubt. Es könnte dies tragisch wirken, wenn es überhaupt erlaubt wäre, diese Sache vom Standpunkte einer Person zu betrachten.

Wir können aber die Helmholtz'sche Leistung trotz ihrer angreifbaren Seiten nicht unterschätzen. Ausser dem reichlichen positiven Gewinn, den wir dieser Arbeit verdanken, ist Bewegung in die Fragen gekommen, sie hat den Forschern zu andern Versuchen Muth gemacht, eine Menge von neuen Untersuchungen ist angeregt, neue Aussichten sind eröffnet, mögliche Irrwege definitiv für immer verschlossen worden. Leichter knüpft ja ein neuer Versuch und die Kritik an eine schon vorhandene positive Arbeit an.

Helmholtz hat sich wohl darin getäuscht, dass er meinte, diese Aufgabe, welche dem Psychologen, Physiologen und Physiker reichlich Arbeit gibt, hauptsächlich nach physikalischen Gesichtspunkten bewältigen zu können. Haben doch seine befreundeten Zeitgenossen, welche um die Mitte dieses Jahrhunderts mit ihm die physikalische Physiologenschule begründeten, auch erkennen müssen, dass das Stückchen anorganischer Physik, welches wir beherrschen, bei weitem noch nicht die ganze Welt ist. Die

„Lehre von den Tonempfindungen“ ist ein genialer Wurf, der Ausdruck einer künstlerischen Intuition, welcher uns, wenn auch nur symbolisch, durch eine physikalische Analogie, durch ein Bild die Wege weist, die die weitere Untersuchung einzuschlagen hat. Wir müssen deshalb acht geben, dass wir mit den zu beseitigenden Mängeln nicht auch werthvollen Besitz über Bord werfen. Aus welchen Gründen Helmholtz selbst von der Kritik so wenig Notiz genommen hat, weiss ich nicht. Mit seiner letztwilligen Verfügung aber, nach welcher der Text der „Tonempfindungen“ nach seinem Tode unverändert bleibt, scheint er mir das Richtige getroffen zu haben.

22.

Für denjenigen, welcher die Dinge vom Standpunkte der Entwicklungslehre zu betrachten pflegt, ist die moderne Musik in ihrer hohen Ausbildung, sowie die spontan und plötzlich auftretende musikalische Begabung, auf den ersten Blick eine höchst sonderbare räthselhafte Erscheinung. Was hat diese Gehörsentwicklung mit der Arterhaltung zu schaffen? Geht sie nicht weit über das Nothwendige oder überhaupt nur Nützliche hinaus? Was soll uns die feine Unterscheidung der Tonhöhen? Was nützt uns der Sinn für die Intervalle, für die Klangfärbungen des Orchesters?

Eigentlich kann man in Bezug auf jede Kunst dieselbe Frage stellen, ob sie ihren Stoff aus diesem oder jenem Sinnesgebiet schöpft. Die Frage besteht auch bezüglich der scheinbar weit über das nothwendige Maass hinausgehenden Intelligenz eines Newton, Euler u. s. w. Die Frage liegt nur am nächsten bezüglich der Musik, welche gar kein praktisches Bedürfniss zu befriedigen, meist nichts darzustellen hat. Sehr verwandt mit der Musik ist aber die Ornamentik. Wer sehen will, muss Richtungen der Linien unterscheiden können. Wer sie fein zu unterscheiden vermag, dem kann sich aber, gewissermaassen als ein Nebenproduct seiner Ausbildung, das Gefühl für die Gefälligkeit der Combinationen von Linien ergeben. So verhält

es sich auch mit dem Sinn für Farbenharmonie nach Entwicklung des Unterscheidungsvermögens für Farben, so wird es auch mit der Musik sich verhalten.

Wir müssen uns auch gegenwärtig halten, dass das, was wir Talent und Genie nennen, so gross uns auch dessen Wirkungen erscheinen, in der Begabung nur eine kleine Differenz gegen das Normale darstellt. Auf etwas grössere psychische Stärke in einem Gebiet reducirt sich das Talent. Zum Genie wird dasselbe durch die über die Jugendzeit hinaus erhaltene Fähigkeit der Anpassung, durch die Erhaltung der Freiheit, sich ausserhalb der Schablone zu bewegen. Die Naivität des Kindes entzückt uns und macht uns fast immer den Eindruck des Genies. Gewöhnlich schwindet aber dieser Eindruck bald, und wir merken, dass dieselben Aeusserungen, welche wir gewohnt sind, als Erwachsene auf Rechnung der Freiheit zu setzen, beim Kinde noch auf Mangel an Festigkeit beruhten.

Talent und Genie treten, wie Weismann treffend hervorgehoben hat[1]), in der Folge der Generationen nicht allmälig und langsam hervor, sie können auch nicht das Resultat einer gehäuften Uebung der Vorfahren sein, sie zeigen sich spontan und plötzlich. Mit dem eben Besprochenen zusammengehalten, wird dies auch verständlich, wenn wir bedenken, dass die Descendenten nicht genau den Vorfahren gleichen, sondern etwas variirend die Eigenschaften derselben bald etwas abgeschwächt, bald etwas gesteigert aufweisen.

---

1) Weismann, Ueber die Vererbung, Jena 1883, S. 43.

XIV. Einfluss der vorausgehenden Untersuchungen auf die Auffassung der Physik[1]).

1.

Welchen Gewinn zieht nun die Physik aus den vorausgehenden Untersuchungen? Zunächst fällt ein sehr verbreitetes Vorurtheil und mit diesem eine Schranke. Es gibt keine Kluft zwischen Psychischem und Physischem, kein Drinnen und Draussen, keine Empfindung, der ein äusseres von ihr verschiedenes Ding entspräche. Es gibt nur einerlei Elemente, aus welchen sich das vermeintliche Drinnen und Draussen zusammensetzt, die eben nur, je nach der temporären Betrachtung, drinnen oder draussen sind.

Die sinnliche Welt gehört dem physischen und psychischen Gebiet zugleich an. So wie wir beim Studium des Verhaltens der Gase durch Absehen von den Temperaturänderungen zu dem Mariotte'schen, durch ausdrückliches Beachten der Temperaturänderungen aber zum Gay-Lussac'schen Gesetz gelangen, und unser Untersuchungsobject doch immer dasselbe bleibt, so treiben wir auch Physik im weitesten Sinne, solange wir die Zusammenhänge in der sinnlichen Welt, von unserm Leib ganz absehend, untersuchen, Psychologie oder Physiologie der Sinne aber, sobald wir hiebei eben auf diesen, und speciell

1) Die in diesem Kapitel erörterten Fragen habe ich theilweise schon früher („Erhaltung der Arbeit", „Oekonomische Natur der physikalischen Forschung", „Mechanik" und „Wärmelehre") besprochen. Was die Auffassung der Begriffe als ökonomische Mittel betrifft, hat mich Herr Professor W. James (von der Harvard-Universität zu Cambridge Mass.) mündlich auf Berührungspunkte meiner Schrift mit seiner Arbeit „The Sentiment of Rationality" (Mind. Vol. IV, p. 317, Juli 1879) aufmerksam gemacht. Jedermann wird diese mit freiem Blick, mit wohlthuender Frische und Unbefangenheit geschriebene Arbeit mit Vergnügen und Gewinn lesen.

auf unser Nervensystem, das Hauptaugenmerk richten. Unser Leib ist ein Theil der sinnlichen Welt wie jeder andere, die Grenze zwischen Physischem und Psychischem lediglich eine praktische und conventionelle. Betrachten wir sie für höhere wissenschaftliche Zwecke als nicht vorhanden, und sehen alle Zusammenhänge als gleichwerthig an, so kann es an der Eröffnung neuer Forschungswege nicht fehlen.

Als einen weitern Gewinn müssen wir ansehen, dass der Physiker von den herkömmlichen intellectuellen Mitteln der Physik sich nicht mehr imponiren lässt. Kann schon die gewöhnliche „Materie" nur als ein sich unbewusst ergebendes, sehr natürliches Gedankensymbol für einen relativ stabilen Complex sinnlicher Elemente betrachtet werden, so muss dies um so mehr von den künstlichen hypothetischen Atomen und Molekülen der Physik und Chemie gelten. Diesen Mitteln verbleibt ihre Wertschätzung für ihren besondern beschränkten Zweck. Sie bleiben ökonomische Symbolisirungen der physikalisch-chemischen Erfahrung. Man wird aber von ihnen wie von den Symbolen der Algebra nicht mehr erwarten, als man in dieselben hineingelegt hat, namentlich nicht mehr Aufklärung und Offenbarung als von der Erfahrung selbst. Schon im Gebiete der Physik selbst bleiben wir vor Ueberschätzung unserer Symbole bewahrt. Noch weniger wird aber der ungeheuerliche Gedanke, die Atome zur Erklärung der psychischen Vorgänge verwenden zu wollen, sich unserer bemächtigen können. Sind sie doch nur Symbole jener eigenartigen Complexe sinnlicher Elemente, die wir in den engeren Gebieten der Physik und Chemie antreffen.

2.

Die Grundanschauungen der Menschen bilden sich naturgemäss in der Anpassung an einen engeren oder weiteren Erfahrungs- und Gedankenkreis. Dem Physiker genügt vielleicht noch der Gedanke einer starren Materie, deren einzige Veränderung in der Bewegung, der Ortsveränderung besteht. Der Physiologe, beziehungsweise der Psychologe, vermag mit solchem Ding gar nichts

anzufangen. Wer aber an den Zusammenschluss der Wissenschaften zu einem Ganzen denkt, muss nach einer Vorstellung suchen. die er auf allen Gebieten festhalten kann. Wenn wir nun die ganze materielle Welt in Elemente auflösen, welche zugleich auch Elemente der psychischen Welt sind, die als solche letztere gewöhnlich Empfindungen heissen, wenn wir ferner die Erforschung der Verbindung, des Zusammenhanges, der gegenseitigen Abhängigkeit dieser gleichartigen Elemente aller Gebiete als die einzige Aufgabe der Wissenschaft ansehen; so können wir mit Grund erwarten, auf dieser Vorstellung einen einheitlichen, monistischen Bau aufzuführen und den leidigen verwirrenden Dualismus los zu werden. Indem man die Materie als das absolut Beständige und Unveränderliche ansieht, zerstört man ja in der That den Zusammenhang zwischen Physik und Psychologie.

Erkenntnisskritische Erwägungen können zwar keinem Menschen schaden, allein der Specialforscher, z. B. der Physiker, hat keinen Grund, sich allzusehr durch solche Betrachtungen beunruhigen zu lassen. Scharfe Beobachtung und ein glücklicher Instinkt sind für ihn sehr sichere Führer. Seine Begriffe, sofern sie sich als unzureichend erweisen sollten, werden durch die Thatsachen am besten und schnellsten berichtigt. Wenn es sich aber um die Verbindung von Nachbargebieten von verschiedenem und eigenartigem Entwicklungsgang handelt, so kann dieselbe nicht mit Hilfe der beschränkteren Begriffe eines engen Specialgebietes vollzogen werden. Hier müssen durch allgemeinere Erwägungen für das weitere Gebiet ausreichende Begriffe geschaffen werden. Nicht jeder Physiker ist Erkenntnisskritiker, nicht jeder muss oder kann es auch nur sein. Die Specialforschung beansprucht eben einen ganzen Mann, die Erkenntnisstheorie aber auch.

Bald nach Erscheinen der ersten Auflage dieser Schrift belehrte mich ein Physiker darüber, wie ungeschickt ich meine Aufgabe angefasst hätte. Man könne, meinte er, die Empfindungen nicht analysiren, bevor die Bahnen der Atome im Gehirn nicht

bekannt seien. Dann allerdings würde sich alles von selbst ergeben. Diese Worte, welche vielleicht bei einem Jüngling der Laplace'schen Zeit auf fruchtbaren Boden gefallen wären, und sich zu einer psychologischen Theorie auf Grund „verborgener Bewegungen" (!) entwickelt hätten, konnten mich natürlich nicht mehr bessern. Sie hatten aber doch die Wirkung, dass ich Dubois mit seinem „Ignorabimus", das mir bis dahin als die grösste Verirrung erschienen war, im stillen Abbitte leistete. War es doch ein wesentlicher Fortschritt, dass Dubois die Unlösbarkeit seines Problems erkannte, und war diese Erkenntniss doch für viele Menschen eine Befreiung, wie der sonst kaum begreifliche Erfolg seiner Rede beweist[1]). Den wichtigern Schritt der Einsicht, dass ein principiell als unlösbar erkanntes Problem auf einer verkehrten Fragenstellung beruhen muss, hat er allerdings nicht gethan. Denn auch er hielt, wie unzählige Andere, das Handwerkszeug einer Specialwissenschaft für die eigentliche Welt.

3.

Die Wissenschaften können sich sowohl durch den Stoff unterscheiden als auch durch die Art der Behandlung dieses Stoffes. Alle Wissenschaft geht aber darauf aus, Thatsachen in Gedanken darzustellen, entweder zu praktischen Zwecken oder zur Beseitigung des intellectuellen Unbehagens. Knüpfen wir an die Bezeichnung der „Vorbemerkungen" an, so entsteht Wissenschaft, indem durch die $\alpha\ \beta\ \gamma$ . . . . der Zusammenhang der übrigen Elemente nachgebildet wird. Beispielsweise entsteht Physik (in weitester Bedeutung) durch Nachbildung der ABC . . . . in ihrer Beziehung zu einander, Physiologie oder Psychologie der Sinne durch Nachbildung der Beziehung von ABC . . . zu KLM, Physiologie durch Nachbildung der Beziehung der KLM . . . . zu einander und zu ABC . . . . Die Nachbildung der $\alpha\beta\gamma$ . . . . durch andere $\alpha\beta\gamma$ führt zu den eigentlichen psychologischen Wissenschaften.

1) Dubois-Reymond, Ueber die Grenzen des Naturerkennens, 1872, 4. Aufl.

Man könnte nun z. B. in Bezug auf Physik der Ansicht sein, dass es weniger auf Darstellung der sinnlichen Thatsachen als auf die Atome, Kräfte und Gesetze ankommt, welche gewissermaassen den Kern jener sinnlichen Thatsachen bilden. Unbefangene Ueberlegung lehrt aber, dass jedes praktische und intellectuelle Bedürfniss befriedigt ist, sobald unsere Gedanken die sinnlichen Thatsachen vollständig nachzubilden vermögen. Diese Nachbildung ist also Ziel und Zweck der Physik, die Atome, Kräfte, Gesetze hingegen sind nur die Mittel, welche uns jene Nachbildung erleichtern. Der Werth der letztern reicht nur so weit, als ihre Hilfe.

4.

Wir sind über irgend einen Naturvorgang, z. B. ein Erdbeben, so vollständig als möglich unterrichtet, wenn unsere Gedanken uns die Gesammtheit der zusammengehörigen sinnlichen Thatsachen so vorführen, dass sie fast als ein Ersatz derselben angesehen werden können, dass uns die Thatsachen selbst als bekannte entgegentreten, dass wir durch dieselben nicht überrascht werden. Wenn wir in Gedanken das unterirdische Dröhnen hören, die Schwankung fühlen, die Empfindung beim Heben und Senken des Bodens, das Krachen der Wände, das Abfallen des Anwurfs, die Bewegung der Möbel und Bilder, das Stehenbleiben der Uhren, das Klirren und Springen der Fenster, das Verziehen der Thürstöcke und Festklemmen der Thüren uns vergegenwärtigen, wenn wir die Welle, die durch den Wald wie durch ein Kornfeld zieht, und die Aeste bricht, die in eine Staubwolke gehüllte Stadt im Geiste sehen, die Glocken ihrer Thürme anschlagen hören, wenn uns auch noch die unterirdischen Vorgänge, welche zur Zeit noch unbekannt sind, sinnlich so vor Augen stehen, dass wir das Erdbeben herankommen sehen wie einen fernen Wagen, bis wir endlich die Erschütterung unter den Füssen fühlen, so können wir mehr Einsicht nicht verlangen. Können wir auch die Theilthatsachen nicht in dem richtigen Ausmaass combiniren ohne gewisse (mathematische) Hilfsvorstellungen oder geometrische Con-

structionen, so ermöglichen letztere unsern Gedanken doch nur nach und nach zu leisten, was sie nicht auf einmal vermögen. Diese Hilfsvorstellungen wären aber wertlos, wenn wir mit denselben nicht bis zur Darstellung der sinnlichen Thatsachen vordringen könnten.

Wenn ich das auf ein Prisma fallende weisse Lichtbündel in Gedanken als Farbenfächer austreten sehe mit bestimmten Winkeln, die ich voraus bezeichnen kann, wenn ich das reelle Spectralbild sehe, das beim Vorsetzen einer Linse auf einem Schirm entsteht, darin die Fraunhofer'schen Linien an voraus bekannten Stellen, wenn ich im Geiste sehe, wie sich die letzteren verschieben, sobald das Prisma gedreht wird, sobald die Substanz des Prismas wechselt, sobald ein dasselbe berührendes Thermometer seinen Stand ändert, so weiss ich alles, was ich verlangen kann. Alle Hilfsvorstellungen, Gesetze, Formeln sind nur das quantitative Regulativ meiner sinnlichen Vorstellung. Diese ist das Ziel, jene sind die Mittel.

5.

Die Anpassung der Gedanken an die Thatsachen ist also das Ziel aller naturwissenschaftlichen Arbeit. Die Wissenschaft setzt hier nur absichtlich und bewusst fort, was sich im täglichen Leben unvermerkt von selbst vollzieht. Sobald wir der Selbstbeobachtung fähig werden, finden wir unsere Gedanken den Thatsachen schon vielfach angepasst vor. Die Gedanken führen uns die Elemente in ähnlichen Gruppen vor, wie die sinnlichen Thatsachen. Der begrenzte Gedankenvorrath reicht aber nicht für die fortwährend wachsende Erfahrung. Fast jede neue Thatsache bringt eine Fortsetzung der Anpassung mit sich, die sich im Process des Urtheilens äussert.

Man kann diesen Vorgang an Kindern sehr gut beobachten. Ein Kind kommt zum erstenmal aus der Stadt aufs Land, etwa auf eine grosse Wiese, sieht sich da nach allen Seiten um, und spricht verwundert: „Wir sind in einer Kugel. Die Welt ist eine

blaue Kugel[1]). Hier haben wir zwei Urtheile. Was geht vor, indem dieselben gebildet werden? Die fertige sinnliche Vorstellung „wir“ (die begleitende Gesellschaft) wird durch die ebenfalls schon vorhandene Vorstellung einer Kugel zu einem Bilde ergänzt. Aehnlich wird in dem zweiten Urtheil das Bild der „Welt“ (alle Gegenstände der Umgebung) durch die einschliessende blaue Kugel (deren Vorstellung auch schon vorhanden war, weil sonst der Name gefehlt hätte) ebenfalls ergänzt. Ein Urtheil ist also immer eine Ergänzung einer sinnlichen Vorstellung zur vollständigeren Darstellung einer sinnlichen Thatsache. Ist das Urtheil in Worten ausdrückbar, so besteht es sogar immer in einer Zusammensetzung der neuen Vorstellung aus schon vorhandenen Erinnerungsbildern, welche auch beim Angesprochenen durch Worte hervorgelockt werden können.

Der Process des Urtheilens besteht also hier in einer Bereicherung, Erweiterung, Ergänzung sinnlicher Vorstellungen durch andere sinnliche Vorstellungen unter Leitung der sinnlichen Thatsache. Ist der Process vorbei und das Bild geläufig geworden, tritt es als fertige Vorstellung ins Bewusstsein, so haben wir es mit keinem Urtheil, sondern nur mehr mit einer einfachen Erinnerung zu thun[2]). Das Wachsthum der Naturwissenschaft

---

1) Der hier als Beispiel angeführte Fall ist nicht erdichtet, sondern ich habe den Vorgang an meinem 3jährigen Kinde beobachtet. In diesem Falle wird eigentlich eine physiologische Thatsache constatirt, was freilich erst spät erkannt worden ist. Die alte wissenschaftliche Astronomie beginnt mit solchen naiven Aufstellungen, die sie für physikalische hält.

2) Auf eine Untersuchung über den Urtheilsprocess als solchen kann ich mich hier nicht einlassen. Ich möchte aber unter den neueren Schriften über den Gegenstand diejenige von W. Jerusalem (Die Urtheilsfunction, Wien 1895) hervorheben. Ohne mit diesem Autor auf demselben Boden zu stehen, habe ich doch aus der Lectüre seiner Schrift durch die vielen Einzeluntersuchungen manche Anregung und Belehrung empfangen. Die physiologischen Seiten, namentlich die biologische Function des Urtheils, sind sehr lebendig dargestellt. Die Auffassung des Subjects als eines Kraftcentrums wird man kaum glücklich finden. Dagegegen gibt man gewiss gern zu, dass in den Anfängen der Cultur und der Sprachbildung anthropomorphische Vorstellungen grossen Einfluss üben. — Ganz andere Fragen behandelt A. Stöhr in seinen Schriften (Theorie der Namen, 1889; Die Vieldeutigkeit des Urtheils, 1895; Algebra der Grammatik, 1898). Unter diesen scheinen mir die auf das Verhältniss von Logik und Grammatik bezüglichen die interessantesten zu sein.

und der Mathematik beruht grösstentheils auf der Bildung solcher intuitiver Erkenntnisse (wie sie Locke nennt). Betrachten wir z. B. die Sätze: „1. Der Baum hat eine Wurzel. 2. Der Frosch hat keine Klauen. 3. Aus der Raupe wird ein Schmetterling. 4. Verdünnte Schwefelsäure löst Zink. 5. Reibung macht das Glas elektrisch. 6. Der elektrische Strom lenkt die Magnetnadel ab. 7. Der Würfel hat 6 Flächen, 8 Ecken, 12 Kanten.“ Der 1. Satz enthält eine räumliche Erweiterung der Baumvorstellung, der 2. die Correctur einer nach der Gewohnheit zu voreilig vervollständigten Vorstellung, der 3., 4., 5. und 6. enthalten zeitlich erweiterte Vorstellungen. Der 7. Satz gibt ein Beispiel der geometrischen intuitiven Erkenntniss.

6.

Derartige intuitive Erkenntnisse prägen sich dem Gedächtniss ein und treten als jede gegebene sinnliche Thatsache spontan ergänzende Erinnerungen auf. Die verschiedenen Thatsachen gleichen sich nicht vollständig. Die verschiedenen Fällen gemeinsamen Bestandtheile der sinnlichen Vorstellung werden aber gekräftigt, und es kommt dadurch ein Princip der möglichsten Verallgemeinerung oder Continuität in die Erinnerung. Andererseits muss die Erinnerung, soll sie der Mannigfaltigkeit der Thatsachen gerecht werden, und überhaupt nützlich sein, dem Princip der zureichenden Differenzirung entsprechen. Schon das Thier wird durch lebhaft roth und gelb gefärbte (ohne Anstrengung am Baum sichtbare) weiche Früchte an deren süssen, durch grüne (schwer sichtbare) harte Früchte an deren saueren Geschmack erinnert werden. Der Insekten jagende Affe hascht nach allem, was schwirrt und fliegt, hütet sich aber vor der gelb und schwarz gefleckten Fliege, der Wespe. In diesen Beispielen spricht sich deutlich genug das Bestreben nach möglichster Verallgemeinerung und Continuität, sowie nach praktisch zureichender Differenzirung der Erinnerung aus. Und beide Tendenzen werden durch dasselbe Mittel, die Aussonderung und Hervorhebung jener Bestandtheile

der sinnlichen Vorstellung, erreicht, welche für den zur Erfahrung passenden Gedankenlauf maassgebend sind. Ganz analog verfährt der Physiker, wenn er verallgemeinernd sagt, „alle durchsichtigen starren Körper brechen das aus der Luft einfallende Licht zum Lothe", und wenn er differenzirend hinzufügt, „die tesseral krystallisirten und amorphen einfach, die übrigen doppelt".

7.

Ein guter Theil der Gedankenanpassung vollzieht sich unbewusst und unwillkürlich unter Leitung der sinnlichen Thatsachen. Ist diese Anpassung ausgiebig genug geworden, um der Mehrzahl der auftretenden Thatsachen zu entsprechen, und stossen wir nun auf eine Thatsache, welche mit unserm gewohnten Gedankenlauf in starkem Widerstreit steht, ohne dass man sofort das maassgebende Moment zu erschauen vermöchte, welches zu einer neuen Differenzirung führen würde, so entsteht ein Problem. Das Neue, das Ungewöhnliche, das Wunderbare wirkt als Reiz, welcher die Aufmerksamkeit auf sich zieht. Praktische Gründe, oder das intellectuelle Unbehagen allein, können den Willen zur Beseitigung des Widerstreites, zur neuen Gedankenanpassung erzeugen. So entsteht die absichtliche Gedankenanpassung, die Forschung.

Wir sehen z. B. einmal ganz gegen unsere Gewohnheit, dass an einem Hebel oder Wellrad eine grosse Last durch eine kleine gehoben wird. Wir suchen nach dem differenzirenden Moment, welches uns die sinnliche Thatsache nicht unmittelbar zu bieten vermag. Erst wenn wir, verschiedene ähnliche Thatsachen vergleichend, den Einfluss der Gewichte und der Hebelarme bemerkt, und uns selbstthätig zu den abstracten Begriffen Moment oder Arbeit erhoben haben, ist das Problem gelöst. Das Moment oder die Arbeit ist das differenzirende Element. Ist die Beachtung des Momentes oder der Arbeit zur Denkgewohnheit geworden, so existirt das Problem nicht mehr.

8.

Was thut man nun, indem man abstrahirt? Was ist eine Abstraction? Was ist ein Begriff? Entspricht dem Begriff ein sinnliches Vorstellungsbild? Einen allgemeinen Menschen kann ich mir nicht vorstellen, höchstens einen besonderen, vielleicht einen, der zufällige Besonderheiten verschiedener Menschen, die sich nicht ausschliessen, vereinigt. Ein allgemeines Dreieck, welches etwa zugleich rechtwinklig und gleichseitig sein müsste, ist nicht vorstellbar. Allein ein solches mit dem Namen des Begriffs auftauchendes, die begriffliche Operation begleitendes Bild ist auch nicht der Begriff. Ueberhaupt deckt ein Wort, welches aus Noth zur Bezeichnung vieler Einzelvorstellungen verwendet werden muss, durchaus noch keinen Begriff. Ein Kind, das zuerst einen schwarzen Hund gesehen und nennen gehört hat, nennt z. B. alsbald einen grossen schwarzen, rasch dahinlaufenden Käfer ebenfalls „Hund“, bald darauf ein Schwein oder Schaf ebenfalls Hund[1]). Irgend eine an die früher benannte Vorstellung erinnernde Aehnlichkeit führt zum naheliegenden Gebrauch desselben Namens. Der Aehnlichkeitspunkt braucht in aufeinander folgenden Fällen gar nicht derselbe zu sein; er liegt z. B. einmal in der Farbe, dann in der Bewegung, dann in der Gestalt, der Bedeckung u. s. w.; demnach ist auch von einem Begriff gar nicht die Rede. So nennt ein Kind gelegentlich die Federn des Vogels Haare, die Hörner der Kuh Fühlhörner, den Bartwisch, den Bart des Vaters und den Samen des Löwenzahns ohne Unterschied „Bartwisch“ u. s. w.[2]). Die meisten Menschen verfahren mit den Worten ebenso, nur weniger auffallend, weil sie einen grösseren Vorrath zur Verfügung haben. Der gemeine Mann nennt ein Rechteck „Viereck“ und gelegentlich auch den Würfel (wegen der rechtwinkligen Begrenzung) ebenfalls „Viereck“.

---

1) So nannten die Markomannen die von den Römern über die Donau gesetzten Löwen „Hunde“ und die Jonier nannten (Herodot II 69) die „Champsä“ des Nils nach den Eidechsen ihrer Büsche „Krokodile“.

2) Sämmtliche Beispiele sind der Beobachtung entnommen.

Die Sprachwissenschaft und einzelne historisch beglaubigte Fälle lehren, dass ganze Völker sich nicht anders verhalten[1]).

Ein Begriff ist überhaupt nicht eine fertige Vorstellung. Gebrauche ich ein Wort zur Bezeichnung eines Begriffs, so liegt in demselben ein einfacher Impuls zu einer geläufigen sinnlichen Thätigkeit, als deren Resultat ein sinnliches Element (das Merkmal des Begriffs) sich ergibt. Denke ich z. B. an den Begriff Siebeneck, so zähle ich in der vorliegenden Figur oder in der auftauchenden Vorstellung die Ecken durch; komme ich hierbei bis sieben, wobei der Laut, die Ziffer, die Finger das sinnliche Merkmal der Zahl abgeben können, so fällt die gegebene Vorstellung unter den gegebenen Begriff. Spreche ich von einer Quadratzahl, so versuche ich die vorliegende Zahl durch die Operation 5×5, 6×6 u. s. w., deren sinnliches Merkmal (die Gleichheit der beiden multiplicirten Zahlen) auf der Hand liegt, herzustellen. Das gilt von jedem Begriff. Die Thätigkeit, welche das Wort auslöst, kann aus mehreren Operationen bestehen; die eine kann eine andere enthalten. Immer ist das Resultat ein sinnliches Element, welches vorher nicht da war.

Wenn ich ein Siebeneck sehe oder mir vorstelle, braucht mir die Siebenzahl der Ecken noch nicht gegenwärtig zu sein. Sie tritt erst durch die Zählung hervor. Oft kann das neue sinnliche Element, wie z. B. beim Dreieck, so nahe liegen, dass die Zähloperation unnöthig scheint; das sind aber Specialfälle, welche eben zu Täuschungen über die Natur des Begriffs führen. An den Kegelschnitten (Ellipse, Hyperbel, Parabel) sehe ich nicht, dass sie unter denselben Begriff fallen; ich kann es aber durch die Operation des Kegelschneidens und durch die Construction der Gleichung finden.

Wenn wir also abstracte Begriffe auf eine Thatsache anwenden, so wirkt dieselbe auf uns als einfacher Impuls zu einer sinnlichen Thätigkeit, welche neue sinnliche Elemente herbei-

1) Withney, Leben und Wachsthum der Sprache. Leipzig 1876.

schafft, die unsern ferneren Gedankenlauf der Thatsache entsprechend bestimmen können. Wir bereichern und erweitern durch unsere Thätigkeit die für uns zu arme Thatsache. Wir thun dasselbe, was der Chemiker mit einer farblosen Salzlösung thut, indem er ihr durch eine bestimmte Operation einen gelben oder braunen Niederschlag ablockt, der seinen Gedankenlauf zu differenziren vermag. Der Begriff des Physikers ist eine bestimmte Reactionsthätigkeit, welche eine Thatsache mit neuen sinnlichen Elementen bereichert.

Eine sehr dürftige Sinnlichkeit und eine sehr geringe Beweglichkeit reichen zur Bildung von Begriffen aus. Dies lehrt die Entwicklungsgeschichte der blinden und taubstummen Laura Bridgman, welche Jerusalem in einer interessanten kleinen Schrift[1]) allgemein zugänglich gemacht hat. Fast ganz ohne Geruch und auf die Wahrnehmung von Erschütterungen und Schallschwingungen durch die Fusssohlen und Fingerspitzen, kurz durch die Haut angewiesen, vermochte Laura doch einfache Begriffe zu gewinnen. Durch Herumgehen und durch die Bewegung der Hände findet sie die Tastmerkmale (Classencharaktere) der Thüre, des Stuhles, des Messers u. s. w. Allerdings reicht die Abstraction nicht hoch. Die abstractesten Begriffe, die sie sich erwarb, dürften die Zahlen gewesen sein. Im ganzen blieb ihr Denken natürlich an Specialvorstellungen haften. Beweis dafür ist ihre Auffassung der Rechenaufgaben eines Schulbuches als speciell an sie gerichtet (a. a. O. S. 25), ihre Meinung, dass der Himmel (das Jenseits) eine Schule sei u. s. w., (a. a. O. S. 30).

9.

Wenn wir, um an ein früheres Beispiel anzuknüpfen, einen Hebel erblicken, so treibt uns dieser Anblick, die Arme abzumessen, die Gewichte zu wägen, die Maasszahl des Armes mit der Maasszahl des Gewichtes zu multipliciren. Entspricht den beiden Producten dasselbe sinnliche Zahlzeichen, so erwarten wir Gleichgewicht. Wir haben so ein neues sinnliches Element ge-

---

1) W. Jerusalem, Laura Bridgman. Wien, Pichler, 1891.

wonnen, welches zuvor in der blossen Thatsache noch nicht gegeben war, und das nun unsern Gedankenlauf differenzirt. Hält man sich recht gegenwärtig, dass das begriffliche Denken eine Reactionsthätigkeit ist, die wohl geübt sein will, so versteht man die bekannte Thatsache, dass niemand Mathematik oder Physik oder irgend eine Naturwissenschaft durch blosse Lectüre, ohne praktische Uebung, sich aneignen kann. Das Verstehen beruht hier gänzlich auf dem Thun. Ja es wird in keinem Gebiet möglich sein, sich zu den höheren Abstractionen zu erheben, ohne sich mit den Einzelheiten beschäftigt zu haben.

Die Thatsachen werden also durch die begriffliche Behandlung erweitert und bereichert, und schliesslich wieder vereinfacht. Denn wenn das neue maassgebende sinnliche Element (z. B. die Maasszahl der Momente des Hebels) gefunden ist, wird nur mehr dieses beachtet, und die mannigfaltigsten Thatsachen gleichen und unterscheiden sich nur durch dieses Element. Wie bei der intuitiven Erkenntniss reducirt sich also auch hier alles auf die Auffindung, Hervorhebung und Aussonderung der maassgebenden sinnlichen Elemente. Die Forschung erreicht hier nur auf einem Umwege, was sich der intuitiven Erkenntniss unmittelbar darbietet.

Der Chemiker mit seinen Reagentien, der Physiker mit Maassstab, Wage, Galvanometer, und der Mathematiker verhalten sich den Thatsachen gegenüber eigentlich ganz gleichartig; nur braucht der letztere bei Erweiterung der Thatsache am wenigsten über die Elemente $\alpha\ \beta\ \gamma \ldots$ K L M hinauszugehen. Seine Hilfsmittel hat er stets und sehr bequem zur Hand. Der Forscher mit seinem ganzen Denken ist ja auch nur ein Stück Natur wie jedes Andere. Eine eigentliche Kluft zwischen diesem und anderen Stücken besteht nicht. Alle Elemente sind gleichwertig.

Nach dem Dargelegten ist das Wesen der Abstraction nicht erschöpft, wenn man sie (mit Kant) als negative Aufmerksamkeit bezeichnet. Zwar wendet sich beim Abstrahiren von vielen sinnlichen Elementen die Aufmerksamkeit ab, dafür aber andern neuen sinnlichen Elementen zu und das Letztere ist gerade wesentlich.

Jede Abstraction gründet sich auf das Hervortreten bestimmter sinnlicher Elemente.

10.

Indem ich hier meine Darstellung von 1886 unverändert lasse, möchte ich zugleich auf die weiteren Ausführungen in einer spätern Schrift hinweisen[1]). Daselbst sind auch (in der zweiten Auflage von 1900) die seit 1897 erschienenen Arbeiten von H. Gomperz und Ribot erwähnt, welche Untersuchungen enthalten, deren Ergebnisse in mancher Beziehung mit den meinigen verwandt sind. Gomperz und Ribot schliessen beide die wissenschaftlichen Begriffe von ihrer Untersuchung aus, und behandeln bloss die vulgären Begriffe, wie sie in den Worten der gewöhnlichen Verkehrssprache fixirt sind. Ich bin im Gegentheil der Meinung, dass die Natur der Begriffe an den wissenschaftlichen Begriffen, welche mit Bewusstsein gebildet und angewendet werden, sich viel besser offenbaren muss, als an den vulgären Begriffen. Letztere können wegen ihrer Verschwommenheit kaum zu den eigentlichen Begriffen gerechnet werden. Die Worte der Vulgärsprache sind einfach geläufige Merkzeichen, welche ebenso geläufige Denkgewohnheiten auslösen. Der begriffliche Inhalt dieser Worte, soweit er überhaupt in schärferer Form besteht, kommt kaum zum Bewusstsein, wie dies auch Ribot bei seinen statistischen Versuchen gefunden hat. Ohne Zweifel könnte ich Gomperz und Ribot noch viel weiter zustimmen, als es schon jetzt der Fall ist, wenn sie auch die wissenschaftlichen Begriffe in ihre Untersuchung einbezogen hätten.

Wir haben als einfaches Beispiel des Begriffes oben das statische Moment gewählt. Complicirte Begriffe werden ein complicirtes System von Reactionen erfordern, welche mehr oder weniger grosse Theile des Centralnervensystems in Anspruch nehmen, und ein entsprechend complicirtes, den Begriff charakterisirendes System von sinnlichen Elementen zu Tage fördern.

---

1) Principien der Wärmelehre, 1896, 2. Aufl. 1900, S. 415, 422.

Die von J. v. Kries erhobenen Schwierigkeiten[1]) möchten bei dieser Auffassung nicht unüberwindlich sein. (Vergl. S. 57, 58.)

11.

Die sinnliche Thatsache ist also der Ausgangspunkt und auch das Ziel aller Gedankenanpassungen des Physikers. Die Gedanken, welche unmittelbar der sinnlichen Thatsache folgen, sind die geläufigsten, stärksten und anschaulichsten. Wo man einer neuen Thatsache nicht sofort folgen kann, drängen sich die kräftigsten und geläufigsten Gedanken heran, um dieselbe reicher und bestimmter zu gestalten. Hierauf beruht jede naturwissenschaftliche Hypothese und Speculation, deren Berechtigung in der Gedankenanpassung liegt, welche sie fördert und schliesslich herbeiführt. So denken wir uns den Planeten als einen geworfenen Körper, stellen uns den elektrischen Körper mit einer fernwirkenden Flüssigkeit bedeckt vor, denken uns die Wärme als einen Stoff, der aus einem Körper in den andern überfliesst, bis uns schliesslich die neuen Thatsachen ebenso geläufig und anschaulich werden als die älteren, die wir als Gedankenhilfe herangezogen hatten. Aber auch wo von unmittelbarer Anschaulichkeit nicht die Rede sein kann, bilden sich die Gedanken des Physikers unter möglichster Einhaltung des Princips der Continuität und der zureichenden Differenzirung zu einem ökonomisch geordneten System von Begriffsreactionen aus, welche wenigstens auf den kürzesten Wegen zur Anschaulichkeit führen. Alle Rechnungen, Constructionen u. s. w. sind nur die Zwischenmittel, diese Anschaulichkeit schrittweise und auf sinnliche Wahrnehmung gestützt, zu erreichen, wo dieselbe nicht unmittelbar zu erreichen ist.

12.

Betrachten wir nun die Ergebnisse der Gedankenanpassung. Nur dem, was an den Thatsachen überhaupt beständig

---

1) J. v. Kries, Die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen. Freiburg i. Br. 1898.

ist, können sich die Gedanken anpassen, und nur die Nachbildung des Beständigen kann einen ökonomischen Vortheil gewähren. Hierin liegt also der letzte Grund des Strebens nach Continuität der Gedanken, d. h. nach Erhaltung der möglichsten Bestandigkeit, und hiedurch werden auch die Anpassungsergebnisse verständlich[1]). Continuität, Oekonomie und Beständigkeit bedingen sich gegenseitig; sie sind eigentlich nur verschiedene Seiten einer und derselben Eigenschaft des gesunden Denkens.

13.

Das bedingungslos Beständige nennen wir Substanz. Ich sehe einen Körper, wenn ich ihm den Blick zuwende. Ich kann ihn sehen, ohne ihn zu tasten. Ich kann ihn tasten, ohne ihn zu sehen. Obgleich also das Hervortreten der Elemente des Complexes an Bedingungen geknüpft ist, habe ich dieselben doch zu sehr in der Hand, um sie besonders zu würdigen und zu beachten. Ich betrachte den Körper oder den Elementencomplex oder den Kern dieses Complexes als stets vorhanden, ob er mir augenblicklich in die Sinne fällt oder nicht. Indem ich den Gedanken dieses Complexes, oder das Symbol desselben, den Gedanken des Kerns mir stets parat halte, gewinne ich den Vortheil der Voraussicht, und vermeide den Nachtheil der Ueberraschung. Ebenso halte ich's mit den chemischen Elementen, die mir als bedingungslos beständig erscheinen. Obgleich hier mein Wille nicht genügt, um die betreffenden Complexe zur sinnlichen Thatsache zu machen, obgleich hier auch äussere Mittel nöthig sind, sehe ich doch von diesen Mitteln ab, sobald sie mir geläufig geworden, und betrachte die chemischen Elemente einfach als beständig. Wer an Atome glaubt, hält es mit diesen analog.

Aehnlich wie mit dem Elementencomplex, der einem Körper entspricht, können wir auf einer höheren Stufe der Gedanken-

1) Vergl.: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung“. 1. Aufl. 1883, 4. Aufl. S. 519, 520.

anpassung auch mit ganzen Gebieten von Thatsachen verfahren. Wenn wir von Elektricität, Magnetismus, Licht, Wärme sprechen, auch ohne uns hierunter besondere Stoffe zu denken, so schreiben wir diesen Thatsachengebieten, wieder von den uns geläufigen Bedingungen ihres Hervortretens absehend, eine Beständigkeit zu, und halten die nachbildenden Gedanken stets parat, mit gleichem Vortheil wie in den obigen Fällen. Wenn ich sage, ein Körper ist „elektrisch", so ruft mir dies viel mehr Erinnerungen wach, ich erwarte viel bestimmtere Gruppen von Thatsachen, als wenn ich etwa die in dem Einzelfall sich äussernde Anziehung hervorheben würde. Doch kann diese Hypostasirung auch ihre Nachtheile haben. Zunächst wandeln wir, solange wir so verfahren, immer dieselben historischen Wege. Es kann aber wichtig sein zu erkennen, dass es eine specifisch elektrische Thatsache gar nicht gibt, dass jede solche Thatsache z. B. ebensogut als eine chemische oder thermische angesehen werden kann, oder vielmehr, dass alle physikalischen Thatsachen schliesslich aus denselben sinnlichen Elementen (Farben, Drucken, Räumen, Zeiten) sich zusammensetzen, dass wir durch die Bezeichnung „elektrisch", bloss an eine Specialform erinnert werden, in welcher wir die Thatsache zuerst kennen gelernt haben.

Haben wir uns gewöhnt, den Körper, welchem wir die tastende Hand und den Blick beliebig zu- und abwenden können, als beständig anzusehen, so thun wir dies auch leicht in Fällen, in welchen die Bedingungen der Sinnenfälligkeit gar nicht in unserer Hand liegen, z. B. bei Sonne und Mond, die wir nicht tasten können, bei den Welttheilen, die wir vielleicht einmal und nicht wieder sehen können, oder die wir gar nur aus der Beschreibung kennen. Dies Verfahren kann für eine ruhige ökonomische Weltauffassung seine Bedeutung haben, es ist aber gewiss nicht das einzig berechtigte. Es wäre nur ein consequenter Schritt weiter, die ganze Vergangenheit, welche ja in ihren Spuren noch vorhanden ist (da wir z. B. Sterne dort sehen, wo sie vor Jahrtausenden waren), und die ganze Zukunft, die im Keime schon da ist (da man z. B. unser Sonnensystem nach Jahrtausen-

den noch sehen wird, wo es jetzt ist), als beständig anzusehen. Ist doch der ganze Zeitverlauf nur an Bedingungen unserer Sinnlichkeit gebunden. Mit dem Bewusstsein eines besonderen Zweckes wird man auch diesen Schritt unternehmen dürfen.

14.

Eine wirkliche bedingungslose Beständigkeit gibt es nicht, wie dies aus dem Besprochenen deutlich hervorgeht. Wir gelangen zu derselben nur, indem wir Bedingungen übersehen, unterschätzen, oder als immer gegeben betrachten, oder willkürlich von denselben absehen. Es bleibt nur eine Art der Beständigkeit, die alle vorkommenden Fälle von Beständigkeit umfasst, die Beständigkeit der Verbindung (oder Beziehung). Auch die Substanz, die Materie ist kein bedingungslos Beständiges. Was wir Materie nennen, ist ein gewisser gesetzmässiger Zusammenhang der Elemente (Empfindungen). Die Empfindungen verschiedener Sinne eines Menschen, so wie die Sinnesempfindungen verschiedener Menschen sind gesetzmässig von einander abhängig. Darin besteht die Materie. Der älteren Generation, namentlich den Physikern und Chemikern, wird die Zumuthung Schrecken erregen, die Materie nicht als das absolut Beständige zu betrachten, und statt dessen ein festes Verbindungsgesetz von Elementen, welche an sich sehr flüchtig scheinen, als das Beständige anzusehn. Auch jüngeren Leuten wird dies Mühe machen, und mich selbst hat es seiner Zeit eine grosse Ueberwindung gekostet, zu dieser unvermeidlichen Einsicht zu gelangen. Doch wird man sich zu einer so radicalen Aenderung der Denkweise entschliessen müssen, wenn man aufhören will, denselben Fragen immer wieder in gleicher Rathlosigkeit gegenüber zu stehen.

Es kann sich nicht darum handeln, für den Hand- und Hausgebrauch den vulgären Begriff der Materie, der sich für diesen Zweck instinctiv herausgebildet hat, abzuschaffen. Auch alle physikalischen Maassbegriffe bleiben aufrecht, und erfahren nur eine kritische Läuterung, wie ich dieselbe in Bezug auf Mechanik,

Wärme, Elektricität u. s. w. versucht habe. Hierbei treten einfach empirische Begriffe an die Stelle der metaphysischen. Die Wissenschaft erleidet aber keinen Verlust, wenn das starre, sterile, beständige, unbekannte Etwas (die Materie) durch ein beständiges Gesetz ersetzt wird, das in seinen Einzelheiten noch weiter durch die physikalisch-physiologische Forschung aufgeklärt werden kann. Es soll hiermit keine neue Philosophie, keine neue Metaphysik geschaffen, sondern einem augenblicklichen Streben der positiven Wissenschaften nach gegenseitigem Anschluss entsprochen werden[1]).

15.

Die naturwissenschaftlichen Sätze drücken nur solche Beständigkeiten der Verbindung aus: „Aus der Kaulquappe wird ein Frosch. Das Chlornatrium tritt in Würfelform auf. Der Lichtstrahl ist geradlinig. Die Körper fallen mit der Beschleunigung 9.81 $\left(\frac{m}{sec^2}\right)$". Den begrifflichen Ausdruck dieser Beständigkeiten nennen wir Gesetze. Die Kraft (im mechanischen Sinne) ist auch nur eine Beständigkeit der Verbindung. Wenn ich sage, ein Körper A übe auf B eine Kraft aus, so heisst dies, dass B sofort eine gewisse Beschleunigung gegen A zeigt, sobald es diesem gegenübertritt.

Die eigenthümliche Illusion, als ob der Stoff A der absolut beständige Träger einer Kraft wäre, welche wirksam wird, sobald B dem A gegenübertritt, ist leicht zu beseitigen. Treten wir, oder genauer unsere Sinnesorgane, an die Stelle von B, so sehen wir von dieser jederzeit erfüllbaren Bedingung ab, und A erscheint uns als absolut beständig. So scheint uns das magnetische Eisen, das wir immer sehen, so oft wir hinblicken wollen, als der beständige Träger der magnetischen Kraft, die erst wirksam wird, sobald ein Eisenstückchen hinzutritt, von welchem

1) Vergl. Principien der Wärmelehre, 2. Aufl. 1900, S. 423 u. ff.

wir nicht so unvermerkt absehen können, wie von uns selbst [1]). Die Phrasen: „Kein Stoff ohne Kraft, keine Kraft ohne Stoff", welche einen selbstverschuldeten Widerspruch vergeblich aufzuheben suchen, werden entbehrlich, wenn man nur Beständigkeiten der Verbindung anerkennt.

16.

Bei hinreichender Beständigkeit unserer Umgebung entwickelt sich eine entsprechende Beständigkeit der Gedanken. Vermöge dieser Beständigkeit streben sie, die halb beobachtete Thatsache zu vervollständigen. Dieser Vervollständigungstrieb entspringt nicht der eben beobachteten einzelnen Thatsache, er ist auch nicht mit Absicht erzeugt; wir finden ihn, ohne unser Zuthun, in uns vor. Er steht uns wie eine fremde Macht gegenüber, die uns doch stets begleitet und hilft, den wir eben brauchen, um die Thatsache zu ergänzen. Obgleich er durch die Erfahrung entwickelt ist, liegt in ihm mehr, als in der einzelnen Erfahrung. Der Trieb bereichert gewissermaassen die einzelne Thatsache. Durch ihn ist sie uns mehr. Mit diesem Trieb haben wir stets ein grösseres Stück Natur im Gesichtsfeld, als der Unerfahrene mit der Einzelthatsache allein. Denn der Mensch mit seinen Gedanken und seinen Trieben ist eben auch ein Stück Natur, das sich zur Einzelthatsache hinzufügt. Anspruch auf Unfehlbarkeit hat aber dieser Trieb keineswegs, und eine Nothwendigkeit für die Thatsachen, ihm zu entsprechen, besteht durchaus nicht. Unser Vertrauen zu ihm liegt nur in der Voraussetzung der vielfach erprobten zureichenden Anpassung unserer

---

1) Dem Kinde erscheint alles als substanziell, zu dessen Wahrnehmung es nur seiner Sinne bedarf. Das Kind frägt, „wo der Schatten, wo das gelöschte Licht hinkommt?" Es will die Elektrisirmaschine nicht weiterdrehen lassen, um den Funkenvorrath derselben nicht zu erschöpfen. Ein noch nicht ein Jahr alter Knabe wollte seinem, ein Liedchen pfeifenden Vater die Töne von den Lippen wegfangen. Das Haschen nach farbigen Nachbildern kommt auch bei grösseren Kindern noch vor u. s. w. u. s. w. — Erst sobald wir Bedingungen einer Thatsache ausserhalb uns bemerken, verschwindet der Eindruck der Substanzialität. Die Geschichte der Wärmelehre ist in dieser Beziehung sehr lehrreich.

Gedanken, welche aber jeden Augenblick der Enttäuschung gewärtig sein muss.

Nicht alle unsere Thatsachen nachbildenden Gedanken haben die gleiche Beständigkeit. Immer und überall, wo wir an der Nachbildung der Thatsachen ein besonderes Interesse haben, werden wir bestrebt sein, die Gedanken von geringerer Beständigkeit durch solche von grösserer Beständigkeit zu stützen und zu stärken, oder sie durch solche zu ersetzen. So denkt sich Newton den Planeten, obgleich die Kepler'schen Gesetze schon bekannt sind, als einen geworfenen Körper, die Masse der Fluthwelle, obgleich der Verlauf derselben längst ermittelt ist, als vom Monde gezogen. Das Saugen, das Fliessen des Hebers glauben wir erst zu verstehen, wenn wir uns den Druck der Luft als die Kette der Theilchen zusammenhaltend hinzudenken. Aehnlich versuchen wir die elektrischen, optischen, thermischen Vorgänge als mechanische aufzufassen. Dies Bedürfniss nach Stützung schwächerer Gedanken durch stärkere wird auch Causalitätsbedürfniss genannt, und ist die Haupttriebfeder aller naturwissenschaftlichen Erklärungen. Als Grundlagen ziehen wir natürlich die stärksten besterprobten Gedanken vor, die uns unsere viel geübten mechanischen Verrichtungen an die Hand geben, und die wir jeden Augenblick ohne viele Mittel auf's Neue erproben können. Daher die Autorität der mechanischen Erklärungen, namentlich jener durch Druck und Stoss. Eine noch höhere Autorität kommt dementsprechend den mathematischen Gedanken zu, zu deren Entwicklung wir der geringsten äusseren Mittel bedürfen, für welche wir vielmehr das Experimentirmaterial grösstentheils stets mit uns herumtragen. Weiss man dies aber einmal, so schwächt sich eben damit das Bedürfniss nach mechanischen Erklärungen ab[1].

---

1) Aussermechanische physikalische Erfahrungen können sich, in dem Maasse als sie geläufiger werden, dem Werte der mechanischen nähern. Stricker hat meines Erachtens einen richtigen und wichtigen Punkt getroffen, indem er (Studien über die Association der Vorstellungen, Wien 1883) die Causalität mit dem Willen in Zusammenhang bringt. Ich selbst habe 1861 als junger Docent (bei

Dass man mit einer sogenannten causalen Erklärung auch nur einen Thatbestand, einen thatsächlichen Zusammenhang constatirt (oder beschreibt), habe ich schon mehrfach dargelegt, und ich könnte mich einfach auf meine ausführlichen Auseinandersetzungen in der „Wärmelehre" und in den „Populären Vorlesungen" berufen. Da aber der Physik ferner Stehende immer wieder weiter und tiefer zu denken glauben, wenn sie einen fundamentalen Unterschied zwischen einer naturwissenschaftlichen Beschreibung, z. B. einer embryonalen Entwicklung, und einer physikalischen Erklärung annehmen, so seien noch einige Worte gestattet. Wenn wir das Wachsthum einer Pflanze beschreiben, so bemerken wir, dass so viele und mannigfaltige Umstände, die von Fall zu Fall variiren, hierbei im Spiel sind, dass unsere Beschreibung höchstens in den gröberen Zügen allgemein passen, in den feineren Einzelheiten aber nur für den Individualfall Geltung haben kann. Gerade so verhält es sich in physikalischen Fällen unter complicirteren Umständen; nur sind letztere im allgemeinen doch einfacher und besser bekannt. Wir können die Umstände deshalb besser experimentell und auch intellectuell (durch Abstraction) trennen, wir können leichter schematisiren. Die Bewegung der Planeten zu beschreiben, war für die antike Astronomie eine analoge Aufgabe, wie die Beschreibung der Entwicklung einer Pflanze für den modernen Botaniker. Die Auffindung der Kepler'schen Gesetze beruht auf einer glücklichen, ziemlich rohen Schematisirung. Je genauer wir einen Planeten betrachten, desto individueller wird seine Bewegung, desto weniger folgt sie den Kepler'schen Gesetzen. Genau genommen, bewegt sich jeder Planet anders, und derselbe Planet verschieden zu verschiedenen Zeiten. Wenn nun Newton die Planeten-

---

Darlegung der Bedeutung der Mill'schen Differenzmethode) die später von Stricker ausgesprochene Ansicht mit grosser Lebhaftigkeit und Einseitigkeit vertreten. Der Gedanke hat mich auch nie ganz verlassen (vergl. z. B. „Die Mechanik in ihrer Entwicklung", Leipzig 1883, S. 78, 282, 456). Gegenwärtig bin ich aber, wie die obigen Ausführungen zeigen, doch der Meinung, dass diese Frage nicht so einfach ist, und von mehreren Seiten betrachtet werden muss. Vergl. Wärmelehre, 2. Aufl., 1900, S. 432.

bewegungen „causal erklärt“, indem er statuirt, dass ein Massentheilchen m durch ein anderes m' die Beschleunigung $\varphi = \frac{km'}{r^2}$ erfährt, und dass die von verschiedenen Massentheilchen an ersterem bestimmten Beschleunigungen sich geometrisch summiren, werden wieder nur Thatsachen constatirt oder beschrieben, welche sich (wenn auch auf einem Umwege) durch Beobachtung ergeben haben. Betrachten wir, was hierbei geschieht. Zunächst sind die bei der Planetenbewegung maassgebenden Umstände (die einzelnen Massentheilchen und ihre Entfernungen) getrennt. Das Verhalten zweier Massentheilchen ist sehr einfach, und wir glauben alle Umstände (Masse und Entfernung), welche dasselbe bestimmen, zu kennen. Wir nehmen die Beschreibung, die für wenige Fälle als richtig befunden ist, auch über die Grenzen der Erfahrung als allgemein richtig an, indem wir keine Störung durch einen unbekannten fremdartigen Umstand besorgen, worin wir uns allerdings täuschen könnten, wenn sich z. B. die Gravitation, als durch ein Medium zeitlich übertragen, herausstellen sollte. Ebenso einfach ist die Modification des Verhaltens, wenn zu zwei Theilchen ein drittes, zu diesen ein viertes u. s. w. hinzutritt, wie dies angedeutet wurde. Die Beschreibung eines Individualfalles ist also die Newton'sche Beschreibung allerdings nicht; sie ist eine Beschreibung in den Elementen. Indem Newton beschreibt, wie sich die Massenelemente in den Zeitelementen verhalten, gibt er uns die Anweisung, die Beschreibung eines beliebigen Individualfalles aus den Elementen nach einer Schablone herzustellen. So ist es auch in den übrigen Fällen, welche die theoretische Physik bewältigt hat. Dies ändert aber nichts an dem Wesen der Beschreibung. Es handelt sich um eine generelle Beschreibung in den Elementen. Wenn man an einer Darstellung der Erscheinungen durch Differenzialgleichungen sich genügen lässt, wie ich es vor langer Zeit (Mechanik, 1883, 4. Aufl. 1901, S. 530) empfohlen habe, und wie es immer mehr in Aufnahme kommt, so liegt darin thatsächlich die Anerkennung der Erklärung als einer Beschreibung in den Elementen. Jeder Einzelfall lässt

sich dann aus räumlichen und zeitlichen Elementen zusammensetzen, in welchen das physikalische Verhalten durch die Gleichungen beschrieben ist.

17.

Es wurde zuvor gesagt, dass der Mensch selbst ein Stück Natur sei. Es sei erlaubt, dies durch ein Beispiel zu erläutern. Ein Stoff kann für den Chemiker lediglich durch die Sinnesempfindungen genügend charakterisirt sein. Dann liefert der Chemiker selbst durch innere Mittel den ganzen zur Bestimmung des Gedankenlaufs nöthigen Reichthum der Thatsache. Es kann aber in andern Fällen die Vornahme von Reactionen mit Hilfe äusserer Mittel nöthig werden. Wenn ein Strom eine in seiner Ebene befindliche Magnetnadel umkreist, so weicht der Nordpol der Nadel zu meiner Linken aus, sobald ich mich in dem Strom als Ampère'scher Schwimmer denke. Ich bereichere die Thatsache (Strom und Nadel), die für sich meinen Gedankenlauf nicht genügend bestimmt, indem ich mich selbst zuziehe (durch eine innere Reaction). Ich kann auch auf die Ebene des Stromkreises eine Taschenuhr legen, so dass der Zeiger der Strombewegung folgt. Dann schlägt der Südpol vor, der Nordpol hinter das Zifferblatt. Oder ich mache den Stromkreis zur Sonnenuhr, nach welcher ja die Taschenuhr[1]) gebildet ist, so dass der Schatten dem Strom folgt. Dann wendet sich der Nordpol nach der beschatteten Seite der Stromebene. Die beiden letzteren Reactionen sind äussere. Beide Arten zugleich können nur brauchbar sein, wenn zwischen mir und der Welt keine Kluft besteht. Die Natur ist ein Ganzes. Dass nicht in allen Fällen beiderlei Reactionen bekannt sind, und dass der Beobachter in manchen Fällen einflusslos scheint, beweist nichts gegen die vorgebrachte Ansicht.

Rechts und links erscheinen uns gleich, im Gegensatze zu vorn und hinten, oben und unten. Doch sind sie gewiss nur verschiedene Empfindungen, welche durch stärkere gleiche

1) Die Uhr trägt in dem Drehungssinn des Zeigers die Spur ihrer Abstammung von der Sonnenuhr an sich und ihrer Erfindung auf der nördlichen Hemisphäre.

übertäubt sind. Der Raum der Empfindung hat also drei ausgezeichnete wesensverschiedene Richtungen. Für metrische Betrachtungen sind alle Richtungen des geometrischen Raumes gleich. Symmetrische Gebilde, welche uns die unmittelbare Empfindung als äquivalent vorspiegelt, sind es aber in physischer Beziehung durchaus nicht. Auch der physische Raum hat drei wesensverschiedene Richtungen, welche sich in einem triklinen Medium, in dem Verhalten eines elektromagnetischen Elementes am deutlichsten offenbaren. Dieselben physischen Eigenschaften kommen eben auch in unserem Leib zum Vorschein, und daher die Verwendbarkeit desselben als Reagens in physikalischen Fragen. Die genaue physiologische Kenntnis eines Elementes unseres Leibes wäre zugleich eine wesentliche Grundlage unseres physikalischen Weltverständnisses. Vgl. S. 83.

18.

Die wiederholt berührte Einheit des Physischen und Psychischen verdient noch von einer besonderen Seite ins Auge gefasst zu werden. Unser psychisches Leben, sofern wir darunter die Vorstellungen verstehen, scheint recht unabhängig von den physischen Vorgängen zu sein, sozusagen eine Welt für sich, mit freiern Gesetzen, mit Gesetzen von anderer Ordnung. Das ist aber gewiss nur ein Schein, der daher rührt, dass immer nur ein winziger Theil der Spuren der physischen Vorgänge in den Vorstellungen lebendig wird. Die Umstände, welche diesen Theil bestimmen, sind so unübersehbar complizirt, dass wir keine genaue Regel angeben können, nach welcher dies geschieht. Um zu bestimmen, welche Gedanken etwa ein Physiker an die Beobachtung einer gewissen optischen Thatsache knüpfen wird, müsste man die Erlebnisse seiner früheren Tage, die Stärke der Eindrücke, welche sie hinterlassen haben, die Thatsachen der allgemeinen und technischen Culturentwicklung, welche auf ihn Einfluss genommen haben, kennen, endlich noch im Stande sein, seine augenblickliche Stimmung in Rechnung zu ziehen. Dazu wäre die gesammte Physik im weitesten Sinne, und auf

einer unerreichbar hohen Entwicklungsstufe als Hilfswissenschaft nöthig[1]).

Betrachten wir nun das Gegenbild. Eine physikalische Thatsache, die wir zum ersten Mal erleben, ist uns fremd. Sie könnte ganz anders verlaufen, als es geschieht, sie würde uns darum nicht sonderbarer scheinen. Ihr Verlauf erscheint uns an sich durch nichts bestimmt, am allerwenigsten eindeutig bestimmt. Wodurch der Verlauf einer Thatsache den Charakter der Bestimmtheit gewinnt, kann nur aus der psychischen Entwicklung verstanden werden. Durch das Vorstellungsleben tritt die Thatsache erst aus ihrer Isolirtheit heraus, kommt dieselbe mit einer Fülle anderer Thatsachen in Contact, und gewinnt nun Bestimmtheit durch die Forderung der Uebereinstimmung mit letzteren und durch die Ausschliessung des Widerspruches. Die Psychologie ist Hilfswissenschaft der Physik. Beide Gebiete stützen sich gegenseitig und bilden nur in ihrer Verbindung eine vollständige Wissenschaft. Der Gegensatz von Subject und Object (in gewöhnlichem Sinne) besteht auf unserem Standpunkte nicht. Die Frage der mehr oder weniger genauen Abbildung der Thatsachen durch die Vorstellungen ist eine naturwissenschaftliche Frage, wie jede andere Frage.

19.

Wenn in einem Complex von Elementen einige durch andere ersetzt werden, so geht eine Beständigkeit der Verbindung in eine andere Beständigkeit über. Es ist nun wünschenswerth, eine Beständigkeit aufzufinden, welche diesen Wechsel überdauert. J. R. Mayer hat zuerst dies Bedürfniss gefühlt, und hat demselben durch Aufstellung seines Begriffes „Kraft" genügt, welcher dem Begriff Arbeit (Poncelet) der Mechaniker, oder genauer dem allgemeinern Begriff Energie (Th. Young) entspricht. Er

1) So sehr ich also eine rein physiologische Psychologie als Ideal hochschätze, würde es mir doch als eine Verkehrtheit erscheinen, die sogenannte „introspective" Psychologie ganz abzuweisen, da die Selbstbeobachtung nicht nur ein sehr wichtiges, sondern in vielen Fällen das einzige Mittel ist, um über grundlegende Thatsachen Aufschluss zu erhalten.

stellt sich diese Kraft (oder Energie) als etwas absolut Beständiges (wie einen Vorrath oder Stoff) vor, und geht so bis auf die stärksten und anschaulichsten Gedanken zurück. Aus dem Ringen mit dem Ausdruck, mit allgemeinen philosophischen Phrasen (in der 1. und 2. Abhandlung Mayer's) sehen wir, dass sich ihm zuerst unwillkürlich und instinctiv das starke Bedürfniss nach einem solchen Begriff aufgedrängt hat. Dadurch aber, dass er die vorhandenen physikalischen Begriffe den Thatsachen und seinem Bedürfniss angepasst hat, ist erst die grosse Leistung zu Stande gekommen[1]).

20.

Bei genügender Anpassung werden die Thatsachen von den Gedanken spontan abgebildet, und theilweise gegebene Thatsachen ergänzt. Die Physik kann nur als quantitatives Regulativ wirken, und die spontan verlaufenden Gedanken, dem praktischen oder wissenschaftlichen Bedürfniss entsprechend, bestimmter gestalten. Wenn ich einen Körper horizontal werfen sehe, kann mir das anschauliche Bild der Wurfbewegung auftauchen. Für den Artilleristen oder Physiker ist mehr nöthig. Er muss z. B. wissen, dass wenn er, an die horizontale Abscisse der Wurfbahn den Maassstab M anlegend, bis 1, 2, 3, 4 .... zählen kann, er, an die verticalen Ordinaten den Maassstab M′ anlegend, zugleich bis 1, 4, 9 16 .... zählen muss, um zu einem Punkt der Wurfbahn zu gelangen. Die Function der Physik besteht also darin, zu lehren, dass eine Thatsache, welche auf eine bestimmte Reaction R ein Empfindungsmerkmal E liefert, zugleich noch auf eine andere Reaction R′ ein anderes Merkmal E′ zeigt. Hierdurch wird die bestimmtere Ergänzung einer theilweise gegebenen Thatsache möglich.

Die Einführung der allgemein vergleichbaren, sogenannten absoluten Maasse in die Physik, die Zurückführung aller physikalischen Messungen auf die Einheiten: Centimeter, Gramme, Se-

---

1) Vergl. Principien d. Wärmelehre, 2. Aufl. 1900.

cunde (Länge, Masse, Zeit) hat eine eigenthümliche Folge. Es besteht ohnehin die Neigung, das physikalisch Fassbare und Messbare, das gemeinschaftlich Constatirbare[1]), für „objectiv" und „real" gegenüber den subjectiven Empfindungen zu halten. Diese Meinung erhält nun scheinbar eine Stütze, eine psychologische (wenn auch nicht logische) Motivirung durch die absoluten Maasse. Es sieht so aus, als ob das, was wir in bekanntem Sinne Empfindungen nennen, in der Physik etwas ganz Ueberflüssiges wäre. Sehen wir genauer zu, so lässt sich ja das System der Maasseinheiten noch weiter vereinfachen. Denn die Maasszahl der Masse ist durch ein Beschleunigungsverhältniss gegeben, und die Zeitmessung kommt auf eine Winkel- oder Bogenlängenmessung zurück. Demnach ist die Längenmessung die Grundlage für alle Messungen. Allein den blossen Raum messen wir nicht, wir brauchen einen körperlichen Maassstab, womit das ganze System mannigfaltiger Empfindungen wieder eingeführt ist. Nur sinnliche anschauliche Vorstellungen können zur Aufstellung der Gleichungen der Physik führen, und in eben solchen besteht deren Interpretation. Obschon also die Gleichungen nur räumliche Maasszahlen enthalten, sind dieselben auch nur das ordnende Princip, das uns anweist, aus welchen Gliedern in der Reihe der sinnlichen Elemente wir unser Weltbild zusammenzusetzen haben.

21.

Es wurde anderwärts[2]) ausgeführt, dass quantitative Aufstellungen sich von qualitativen nur dadurch unterscheiden, dass erstere sich auf ein Continuum von gleichartigen Fällen beziehen. Hiernach wäre die vortheilhafte Anwendung der Gleichungen zur Beschreibung nur in einem sehr beschränkten Gebiet zulässig. Es ist jedoch Aussicht vorhanden, dieses Gebiet successive ins Unbegrenzte zu erweitern, und zwar in folgender Art. Die möglichen (optischen) Empfindungen können, wenn auch nicht gemessen, doch nach psychophysischen Methoden durch Zahlen

1) In der That werden hierbei individuelle Zufälligkeiten eliminirt.

2) Zuletzt: Wärmelehre, S. 438, 459.

charakterisirt und inventarisirt werden. Irgend ein (optisches) Erlebniss kann nun beschrieben werden, indem man die Werte der Zahlencharakteristiken als abhängig von den Raum- und Zeitcoordinaten und von einander durch Gleichungen darstellt. Aehnliches wird man im Princip auch in anderen Sinnesgebieten für erreichbar halten dürfen. Der S. 37 gebrauchte Ausdruck hat also einen genau angebbaren Sinn.

22.

Die Ermittlung der Abhängigkeit der Elemente ABC.. von einander, unter Absehen von KLM, ist die Aufgabe der Naturwissenschaft, oder der Physik im weitesten Sinne. In Wirklichkeit sind aber die ABC.. immer auch von KLM abhängig. Es bestehen immer Gleichungen von der Form $f(A, B, C, \ldots K, L, M \ldots) = 0$. Indem nun viele verschiedene Beobachter KLM.., $K'L'M'$.., $K''L''M''$.. sich betheiligen, gelingt es, den zufälligen Einfluss der Variation von KLM.. u. s. w. zu eliminiren und nur das gemeinschaftlich Constatirbare, die reine Abhängigkeit der ABC.. von einander zu ermitteln. Hierbei verhalten sich die KLM.., $K'L'M'$.. wie physikalische Apparate, von deren Eigenthümlichkeiten, speciellen Constanten u. s. w. die Anzeigen, die Ergebnisse befreit werden müssen. Handelt es sich aber nur um den Zusammenhang einer quantitativen Reaction mit andern quantitativen Reactionen, wie in dem obigen Beispiele der Dynamik, so ist die Sache noch einfacher. Es kommt dann alles auf die Constatirung von Gleichheit oder Identität der ABC.. unter gleichen Umständen (unter gleichen KLM..), eigentlich nur auf Constatirung von räumlichen Identitäten hinaus. Die Art der Empfindungsqualitäten ist nun gleichgiltig; nur deren Gleichheit ist maasgebend. Ein einziges Individuum genügt nun, um Abhängigkeiten festzustellen, welche für jedes Individuum gelten. So wird von hier aus eine sichere Basis für das ganze Gebiet der Forschung gewonnen. Auch der Psychophysiologie gereicht dies zum Vortheil.

23.

Der Raum des Geometers ist durchaus nicht das blosse System der Raumempfindungen (des Gesichts- und Tastsinnes), sondern derselbe besteht vielmehr aus einer Menge von begrifflich idealisirten und formulirten physikalischen Erfahrungen, welche an die Raumempfindungen anknüpfen. Schon indem der Geometer seinen Raum als an allen Stellen und nach allen Richtungen gleich beschaffen betrachtet, geht er weit über den dem Tast- und Gesichtssinn gegebenen Raum hinaus, welcher diese einfache Eigenschaft durchaus nicht hat (S. 129, 139 u. f.). Ohne physikalische Erfahrung würde er nie dahin gelangen. Die grundlegenden Sätze der Geometrie werden auch thatsächlich nur durch physikalische Erfahrungen, durch Anlegen von Längen und Winkelmaassstäben gewonnen, durch Anlegen starrer Körper einander. Ohne Congruenzsätze keine Geometrie. Abgesehen davon, dass Raumbilder uns ohne physikalische Erfahrung gar nicht auftauchen würden, wären wir auch nicht im Stande, dieselben an einander anzulegen, um ihre Congruenz zu prüfen. Wenn wir einen Zwang fühlen, ein gleichschenkliges Dreieck auch mit gleichen Winkeln an der Grundlinie vorzustellen, so beruht derselbe auf der Erinnerung an starke Erfahrungen. Beruhte der Satz auf „reiner Anschauung“, so brauchten wir ihn nicht zu lernen. Dass man in der blossen geometrischen Phantasie Entdeckungen machen kann, wie es täglich geschieht, zeigt nur, dass auch die Erinnerung an die Erfahrung uns noch Momente zum Bewusstsein bringen kann, die früher unbeachtet blieben, so wie man an dem Nachbild einer hellen Lampe noch neue Einzelheiten zu bemerken vermag. Selbst die Zahlenlehre muss in ähnlicher Weise aufgefasst werden. Auch ihre grundlegenden Sätze werden von der Erfahrung nicht ganz unabhängig sein.

Das Ueberzeugende der Geometrie (und der ganzen Mathematik) beruht nicht darauf, dass ihre Lehren durch eine ganz besondere Art der Erkenntniss gewonnen werden, sondern nur darauf, dass ihr Erfahrungsmaterial uns besonders leicht und

bequem zur Hand ist, besonders oft erprobt wurde, und jeden Augenblick wieder erprobt werden kann. Auch ist das Gebiet der Raumerfahrung ein viel beschränkteres, als das der gesammten Erfahrung. Die Ueberzeugung, das erstere im Wesentlichen erschöpft zu haben, wird alsbald Platz greifen, und das nöthige Selbstvertrauen erzeugen[1]).

23.

Ein ähnliches Selbstvertrauen, wie der Geometer, hat ohne Zweifel auch der Componist, der in dem Gebiet der Tonempfindungen, der Ornamentenmaler, der im Gebiet der Farbenempfindungen reiche Erfahrungen gewonnen hat. Dem einen wird kein Raumgebilde vorkommen, dessen Elemente ihm nicht wohlbekannt wären, die beiden andern werden auf keine neuen Ton- oder Farbencombination stossen. Ohne Erfahrung wird aber der Anfänger in der Geometrie durch die Ergebnisse seiner Thätigkeit nicht minder überrascht oder enttäuscht, als der junge Musiker oder Ornamentist.

Der Mathematiker, der Componist, der Ornamentist und der Naturforscher, welche sich der Speculation ergeben, verfahren trotz der Verschiedenheit des Stoffes und Zweckes ihrer Thätigkeit in ganz analoger Weise. Der erstere ist allerdings wegen der grössten Beschränktheit des Stoffes gegen alle in Bezug auf die Sicherheit seines Vorgehens im Vortheil, der letztere aus dem entgegengesetzten Grunde gegen alle im Nachtheil.

24.

Die Unterscheidung des physiologischen und geometrischen Raumes hat sich als unvermeidlich erwiesen. Indem aber geometrische Einsicht durch die räumliche Vergleichung der Körper miteinander gewonnen wird, kann auch schon die Zeit nicht ausser Betracht bleiben, da es unmöglich ist, hierbei vom Trans-

1) Vergl. Wärmelehre S. 455. — Meinong, Hume-Studien, Wien 1877. — Zindler, Beitr. z. Theorie d. mathem. Erkenntniss, Wien 1889.

port der Körper abzusehen. Raum und Zeit stehen in einem innigern Zusammenhange, und zeigen sich hierbei relativ unabhängig von andern physikalischen Elementen. Dies spricht sich in der Bewegung der Körper bei sonstiger relativer Constanz ihrer übrigen Eigenschaften aus. Die Entstehung einer reinen Geometrie, Phoronomie und Mechanik wird eben dadurch möglich.

Wenn wir genau zusehen, so bedeuten Raum und Zeit in physiologischer Beziehung besondere Arten von Empfindungen, in physikalischer Beziehung aber funktionale Abhängigkeiten der durch Sinnesempfindungen charakterisirten Elemente von einander. Indem die räumlichen und zeitlichen physiologischen Indices, welche durch Theile und Vorgänge unseres Leibes bedingt sind, bei gleichen physiologischen Umständen untereinander verglichen werden, ergeben sich Abhängigkeiten der physikalischen Elemente von einander. (Abhängigkeit der Elemente eines Körpers von jenen eines andern, Abhängigkeit der Elemente eines Vorgangs von jenen eines andern). Auf Grund dieser Einsicht kann man zeitliche und räumliche Bestimmungen rein physikalisch vornehmen. Was mit dem kleineren Theil eines stetig einsinnig ablaufenden Vorganges zusammentrifft, ist zeitlich früher. Im homogen erfüllten Raum ist der Ort B dem Ort A näher als ein anderer, wenn B von dem von A aus erregten Vorgang früher erreicht wird, als jener andere. Die Gerade ist der Inbegriff der durch die physikalische Beziehung zweier Punkte (unendlich kleiner Körper) eindeutig bestimmten Orte. Der Ort C liegt im Halbirungspunkt der Geraden AB, wenn derselbe im homogenen Raum durch Vorgänge von A und B aus in gleicher Zeit erreicht wird, und in kürzerer Zeit als jeder andere, der erstere Eigenschaft mit ihm theilt.

25.

Die Zeit des Physikers fällt nicht mit dem System der Zeitempfindungen zusammen. Wenn der Physiker eine Zeit bestimmen will, so legt er identische oder als identisch vor-

ausgesetzte Vorgänge, Pendelschwingungen, Erdrotationen u. s. w., als Maassstab an. Die mit der Zeitempfindung verknüpfte Thatsache wird also einer Reaction unterworfen, und das Ergebniss derselben, die Zahl, zu der man gelangt, dient nun statt der Zeitempfindung zur nähern Bestimmung des Gedankenlaufs. Ganz ebenso richten wir unsere Gedanken über Wärmevorgänge nicht nach der Wärmeempfindung, die uns die Körper liefern, sondern nach der viel bestimmteren, welche durch die Thermometerreaction bei Ablesung des Standes des Quecksilberfadens sich ergibt. Gewöhnlich wird an die Stelle der Zeitemptindung eine Raumempfindung (Drehungswinkel der Erde, Weg des Zeigers auf dem Uhrzifferblatt), und für die letztere wieder eine Zahl gesetzt. Stellt man z. B. den Temperaturüberschuss eines abkühlenden Körpers über die Umgebung durch $\vartheta = \Theta e^{-kt}$ dar, so ist t jene Zahl.

Die Beziehung, in welcher die Grössen einer Gleichung stehen, ist gewöhnlich (analytisch) eine allgemeinere als diejenige, welche man durch die Gleichung darstellen will. So haben in der Gleichung $\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1$ alle beliebigen Werte von x einen analytischen Sinn, und liefern zugehörige Werte von y. Verwenden wir aber diese Gleichung zur Darstellung einer Ellipse, so haben nur die Werte von $x < a$ und von $y < b$ einen (reellen) geometrischen Sinn.

Aehnlich müsste man, wenn dies nicht auf der Hand läge, ausdrücklich hinzufügen, dass die Gleichung $\vartheta = \Theta e^{-kt}$ nur für wachsende Werte von t den Vorgang darstellt.

Denken wir uns den Verlauf verschiedener Thatsachen, z. B. die Abkühlung eines Körpers und den freien Fall eines andern, durch solche Gleichungen dargestellt, welche die Zeit enthalten, so kann aus denselben die Zeit eliminirt, und etwa der Temperaturüberschuss durch den Fallraum bestimmt werden. Die Elemente stellen sich dann einfach als abhängig von einander dar. Man müsste aber den Sinn einer solchen Gleichung durch die Hinzu-

fügung näher bestimmen, dass nur wachsende Fallräume oder abnehmende Temperaturen nach einander einzusetzen seien.

Wenn wir so den Temperaturüberschuss durch den Fallraum bestimmt denken, so ist die Abhängigkeit keine unmittelbare. Darin stimme ich Petzoldt[1]) bei. Die Abhängigkeit ist aber ebenfalls keine unmittelbare, wenn wir den Temperaturüberschuss durch den Drehungswinkel der Erde bestimmt setzen. Denn niemand wird glauben, dass noch dieselben Temperaturwerte auf dieselben Winkelwerte entfallen würden, wenn die Erde etwa durch einen Stoss ihre Rotationsgeschwindigkeit ändern würde. Aus solchen Betrachtungen scheint mir doch zu folgen, dass unsere Aufstellungen provisorische sind, welche auf theilweiser Unkenntniss gewisser maassgebender, uns unzugänglicher unabhängig Variablen beruhen. Nur so wollte ich seiner Zeit meinen Hinweis auf eine Unbestimmtheit verstanden wissen[2]). Diese Ansicht ist auch sehr wohl verträglich mit der Aufstellung eindeutiger Bestimmtheiten, welche immer unter Voraussetzung gegebener Umstände und unter Abstraction von ungewöhnlichen und unerwarteten Aenderungen stattfindet. Diese Auffassung ist, wie mir scheint, unvermeidlich, wenn man bedenkt, dass der von Petzoldt betonte Unterschied simultaner und succedaner Abhängigkeiten wohl für die anschauliche Vorstellung, nicht aber für die Gleichungen gilt, welche für erstere das quantitative Regulativ sind. Letztere können nur einerlei Art sein, nur simultane Abhängigkeiten aussprechen. Der Indeterminismus in gewöhnlichem Sinne, etwa die Annahme einer Willensfreiheit im Sinne mancher Philosophen und Theologen, liegt mir gänzlich fern.

Die Zeit ist nicht umkehrbar. Ein warmer Körper in kalter Umgebung kühlt nur ab, und erwärmt sich nicht. Mit grösseren (späteren) Zeitempfindungen sind nur kleinere Temperaturüberschüsse verknüpft. Ein Haus in Flammen brennt nieder, und baut

---

1) Petzoldt, Das Gesetz der Eindeutigkeit. Vierteljahrsschrift f. wissenschaftl. Philosophie, XIX, S. 146 fg.

2) Mach, Erhaltung der Arbeit. Prag 1872.

sich nicht auf. Die Pflanze kriecht nicht, sich verkleinernd, in die Erde, sondern wächst, sich vergrössernd, hervor. Die Thatsache der Nichtumkehrbarkeit der Zeit reducirt sich darauf, dass die Wertänderungen der physikalischen Grössen in einem bestimmten Sinne stattfinden. Von den beiden analytischen Möglichkeiten ist nur die eine wirklich. Ein metaphysisches Problem brauchen wir hierin nicht zu sehen.

Veränderungen können nur durch Differenzen bestimmt sein. Im Unterschiedslosen gibt es keine Bestimmung. Die eintretende Veränderung kann die Unterschiede vergrössern oder verkleinern. Hätten aber die Differenzen die Tendenz, sich zu vergrössern, so würde die Veränderung ins Unendliche und Ziellose gehen. Mit dem allgemeinen Weltbild, oder vielmehr jenem unserer beschränkten Umgebung, verträgt sich nur die Annahme einer im Allgemeinen differenzverkleinernden Tendenz. Es würde aber bald überhaupt nichts mehr geschehen, wenn nicht von aussen differenzsetzende Umstände, in unsere Umgebung eindringend, sich geltend machen würden.

Wir können auch, wie Petzoldt, aus unserem eigenen Bestehen, aus unserer körperlichen und geistigen Stabilität, auf die Stabilität, eindeutige Bestimmtheit und Einsinnigkeit der Vorgänge in der Natur schliessen. Denn nicht nur sind wir selbst ein Stück Natur (S. 264), sondern die genannten Eigenschaften in unserer Umgebung bedingen unser Bestehen und Denken (vgl. Populärwiss. Vorlesungen, 3. Aufl., S. 250). Allein zu viel lässt sich hierauf nicht bauen, denn die Organismen sind ein eigenartiges Stück Natur von sehr begrenzter und mässiger Stabilität, welche ja thatsächlich auch zu Grunde gehen, und zu deren Erhaltung anderseits eine nur mässige Stabilität der Umgebung genügt. Es wird also am zweckmässigsten sein, die Grenzen unseres Wissens, die sich überall zeigen, anzuerkennen und das Streben nach eindeutiger Bestimmtheit als ein Ideal anzusehen, das wir in unserem Denken, so weit als möglich, verwirklichen.

Ich betrachte die Sätze, die ich in der Zeit der grössten Gährung meiner Gedanken (1871) niedergeschrieben habe, namentlich in ihrer Form, selbstverständlich nicht als unangreifbar, und sehe auch die Einwendungen von Petzoldt keineswegs als muthwillige an, hoffe aber, wenn ich ausführlicher auf den Gegenstand zurückkomme, den ich hier nur kurz berühren konnte, ohne das Wesentliche meiner Ansicht aufzugeben, doch eine volle Verständigung zu erzielen.



XV. Die Aufnahme der hier dargelegten Ansichten.

1.

Nach Erscheinen der ersten Auflage dieser Schrift waren die Meinungen über dieselbe sehr getheilt. Die Anerkennung betraf aber in der überwiegenden Zahl der Fälle Einzelheiten, während die Grundansicht, welche zur ersteren geführt hatte, meist verworfen wurde. Die öffentliche Kritik[1]), so weit sie mir bekannt geworden ist, blieb übrigens auch in der Ablehnung maassvoll, und war in ihrer Aufrichtigkeit für mich sehr lehrreich.

Der günstige Einfluss, welchen die späteren Publicationen von R. Avenarius auch auf das Urtheil über meine Schrift geübt haben, ist nicht zu verkennen. Musste es doch zu denken geben, dass ein Fachphilosoph in einer ausführlichen systematischen Darstellung einen Standpunkt begründete, den man bei einem Naturforscher als eine leicht begreifliche dilettantische Verirrung anzusehen geneigt war. Auch die Schüler von Avenarius und jüngere Forscher, welche auf eigenen Wegen sich mir genähert haben, stehen mir heute hilfreich zur Seite. Dennoch können die Kritiker, mit wenigen Ausnahmen, und auch diejenigen, welche meinen Grundgedanken ganz richtig referiren, und sicherlich verstanden haben, schwere Bedenken gegen denselben nicht los

---

1) Dass die privaten Urtheile ebenso maassvoll gewesen seien, würde ich auch dann nicht geglaubt haben, wenn mir solche nicht durch kleine Indiscretionen bekannt geworden wären. Ein mehr als geringschätziges Urtheil eines deutschen Kollegen wurde mir auf einem sonderbaren Umwege mitgetheilt — sagen wir ungefähr über die Antipoden — in der unverkennbaren Absicht, mich zu verletzen. Diesen Zweck hat es allerdings verfehlt. Denn es wäre gewiss sehr unbillig, wenn ich das Recht, links liegen zu lassen, was mir unfruchtbar scheint, von dem ich ja selbst Gebrauch mache, nicht auch Andern zugestehen wollte. Ein Bedürfniss aber, Leute, welche anderer Meinung sind, zu insultiren, habe ich allerdings nie gefühlt.

werden. Es ist dies kein Wunder. Denn der Plasticität meines Lesers werden sehr starke Zumuthungen gemacht. Einen Gedanken logisch begreifen und denselben sympathisch aufnehmen, ist zweierlei. Die ordnende und vereinfachende Function der Logik kann ja erst beginnen, wenn das psychische Leben in der Entwicklung weit fortgeschritten ist, und schon einen reichen Schatz von instinctiven Erwerbungen aufzuweisen hat. Diesem instinctiven vorlogischen Bestand von Erwerbungen ist nun auf dem Wege der Logik kaum beizukommen. Es handelt sich vielmehr um einen psychologischen Umbildungsprocess, der, wie ich an mir erfahren habe, selbst in jungen Jahren schwierig genug ist. Hier gleich auf Zustimmung zu rechnen, wäre daher unbescheiden. Ich bin vielmehr zufrieden, wenn man mich überhaupt nur zu Worte kommen lässt, und mich ohne Voreingenommenheit anhört. Ich will nun, dem Eindruck folgend, den ich durch die Kritiken erhalten habe, nochmals die Punkte hervorheben und beleuchten, deren Aufnahme auf besonderen Widerstand trifft. Hiebei betrachte ich die vorgebrachten Einwendungen nicht als muthwillige und nicht als persönliche, sondern als typische, unterlasse also die Nennung von Namen.

2.

Wenn wir uns keinen Zwang anthun, sehen wir die Erde feststehend, die Sonne aber und den Fixsternhimmel bewegt. Diese Auffassung ist für gewöhnliche praktische Zwecke nicht nur ausreichend, sondern sie ist auch die einfachste und vortheilhafteste. Die entgegengesetzte Ansicht hat sich aber für gewisse intellectuelle Zwecke als die bequemere bewährt. Obgleich beide gleich richtig und in ihrem Gebiet zweckmässig sind, hat sich die zweite nur nach hartem Kampfe gegen eine der Wissenschaft widerstrebende Macht, welche hier mit der instinctiven Auffassung des gemeinen Mannes im Bunde war, geltend machen können. Die Zumuthung, sich auf der Sonne statt auf der Erde stehend als Beobachter zu denken, ist nun aber nur eine Kleinigkeit gegen die Forderung, sein Ich für

nichts zu achten, dasselbe in eine vorübergehende Verbindung von wechselnden Elementen aufzulösen. Diese letztere Auffassung ist ja längst von verschiedenen Seiten vorbereitet[1]). Wir sehen solche Einheiten, welche wir Ich nennen, bei der Zeugung entstehn und durch den Tod verschwinden. Wollen wir nicht die heute schon abenteuerliche Fiction uns erlauben, dass diese Einheiten latent schon vorher vorhanden waren und ebenso nachher fortbestehn, so können wir nur annehmen, dass es eben temporäre Einheiten sind. Die Psychologie und die Psychopathologie lehrt uns, dass das Ich wachsen und sich bereichern, verarmen und schrumpfen, sich fremd werden und sich spalten, kurz schon während des Lebens sich bedeutend ändern kann. Trotz alledem ist das Ich für meine instinctive Auffassung das Wichtigste und Beständigste. Es ist das Band aller meiner Erlebnisse und die Quelle aller meiner Thätigkeit. So ist auch ein starrer Körper für die rohe instinctive Auffassung etwas sehr Beständiges. Wird derselbe getheilt, aufgelöst, mit einem andern chemisch verbunden, so vermehrt und vermindert sich die Anzahl dieser Beständigkeiten. Wir nehmen jetzt, um den liebgewordenen Gedanken um jeden Preis festzuhalten, latente Beständigkeiten an, wir flüchten uns in die Atomistik. Da wir den verschwundenen oder veränderten Körper oft wieder restituiren können, so beruht dies hier auf etwas besseren Gründen, als in dem obigen Falle.

Praktisch können wir nun handelnd die Ichvorstellung so wenig entbehren, als die Körpervorstellung nach einem Ding greifend. Physiologisch bleiben wir Egoisten und Materialisten, so wie wir die Sonne immer wieder aufgehn sehen. Theoretisch muss aber diese Auffassung nicht festgehalten werden. Aendern wir dieselbe versuchsweise! Ergibt sich hiebei eine Einsicht, so wird diese schliesslich auch praktische Früchte tragen.

---

1) Man vergleiche den Standpunkt von Hume und Lichtenberg. — Der Buddhismus kommt hier seit Jahrtausenden vorzugsweise von der praktischen Seite entgegen. Vgl. P. Carus, The Gospel of Buddha, Chicago 1894. — Vgl. auch die wunderbare Erzählung: P. Carus, Karma, a Story of Early Buddhism, Chicago 1894.

3.

Wer einmal unter dem Einflusse Kant's gestanden, einen idealistischen Standpunkt eingenommen hat, und den Gedanken des Dinges an sich nicht bis zu den letzten Spuren losgeworden ist, bei dem bleibt eine gewisse Neigung zum Solipsismus zurück, die mehr oder weniger deutlich hervortritt. Ich kenne diesen Zustand sehr wohl aus meiner frühen Jugend, und finde denselben begreiflich. Der philosophische Denker macht dann das einzige principiell unlösbare Problem des Ich zum Ausgangspunkt für alle übrigen. Das ist uns gegeben, darüber können wir nicht hinaus. Wenn daher speculative Philosophen sagen: „Der Solipsismus ist der einzige consequente Standpunkt", so wird dies verständlich aus ihrem Streben nach einem abgeschlossenen, allumfassenden, fertigen System der Weltauffassung. Ebenso consequent, muss man allerdings sagen, ist auch der Materialismus für jenen, der glaubt, dass die Materie das einzige unmittelbar Gegebene, nicht weiter zu Enträthselnde sei. Das gilt eben von jedem System. Sagt mir aber ein Naturforscher, der Solipsismus sei der einzige consequente Standpunkt, so erregt dies meine Verwunderung. Ich will gar nicht darauf Gewicht legen, dass dieser Standpunkt besser für einen beschaulich dahinträumenden Fakir passt, als für einen ernst denkenden und activen Menschen. Ich glaube aber, dass ein Naturforscher durch diese Wendung die philosophische Denkweise mit der naturwissenschaftlichen vertauscht. Der Naturforscher sucht keine vollendete Weltanschauung; er weiss schon, dass all' seine Arbeit die Einsicht nur erweitern und vertiefen kann. Für ihn gibt es kein Problem, dessen Lösung weiterer Vertiefung nicht bedürftig wäre, aber auch keines, das er als absolut unlösbar betrachten müsste. Ist ein Problem derzeit unangreifbar, so löst er einstweilen andere, welche zugänglicher sind. Kehrt er dann zur ersterem zurück, so hat es in der Regel viel von seiner abschreckenden Physiognomie verloren.

Gewiss ist das Ich nicht erschöpft, wenn man, ganz vorläufig, sagt, es bestehe in einem eigenartigen Zusammenhang der Elemente, so lange die Art dieses Zusammenhanges im Einzelnen nicht erforscht ist. Aber die hieher gehörigen Einzelprobleme wird nicht die Speculation lösen, sondern die Lösung wird zunächst den Psychologen, Physiologen und Psychiatern zufallen, welchen wir manche wichtige Aufklärung über dieselben schon verdanken. Der physische Untergrund des Ich, der Leib, wird die Anhaltspunkte liefern, welche die introspective Psychologie nur sehr unvollständig beschaffen kann. Der solipsistische Naturforscher würde einem Physiker gleichen, für welchen das Thermometer das Grundproblem der Welt wäre, weil er heute die Ausdehnung durch die Wärme noch nicht vollständig durchschaut. Der solipsistische Philosoph hingegen scheint mir dem Manne nachzuahmen, der sich das Umdrehen abgewöhnt hat, weil das, was er sieht, doch immer nur sein Vorn ist. Ueber die unhaltbare instinktive Spaltung des Ich in ein erlebtes Object und ein actives oder beobachtendes Subject, die jeden lange genug quält, der diesen Fragen denkend näher tritt, vergl. S. 20, 21.

4.

Wer von dem Ich als einer Realität, die allem zu Grunde liegt, nicht abzusehen vermag, der wird auch nicht umhin können, zwischen meinen Empfindungen und deinen Empfindungen einen fundamentalen Unterschied zu machen. So erscheinen dem, der an die absolute Beständigkeit des Körpers glaubt, alle Eigenschaften als diesem einen Träger angehörig. Wenn aber dieses silberweisse Stück Natrium schmilzt, sich in Dampf auflöst, der dem ursprünglichen Ding gar nicht mehr ähnlich sieht, wenn das Natrium in verschiedene Partien getheilt, in verschiedene chemische Verbindungen übergeführt wird, so dass mehr oder auch weniger Körper vorhanden sind als vorher, so lässt sich die gewohnte Denkweise nur mehr äusserst künstlich aufrecht halten. Es wird dann vortheilhafter, dieselben einzelnen Eigenschaften als bald diesem, bald jenem Complex (Körper) an-

gehörig anzusehen, und an die Stelle der nicht beständigen Körper das beständige Gesetz treten zu lassen, welches den Wechsel der Eigenschaften und ihrer Verknüpfungen überdauert. Die Zumuthung, diese neue Denkgewohnheit anzunehmen, ist wieder keine geringe. Wie würden sich die antiken Forscher gesträubt haben, wenn man ihnen gesagt hätte: „Erde, Wasser, Luft sind gar keine beständigen Körper, sondern das Beständige sind die in denselben steckenden heutigen chemischen Elemente, von welchen viele nicht sichtbar, andere sehr schwer isolirbar oder aufbewahrbar sind. Das Feuer ist gar kein Körper, sondern ein Vorgang u. s. w.“ Die grosse Wandlung, welche in diesem Schritt liegt, vermögen wir kaum mehr richtig abzuschätzen. Doch bereitet sich in der heutigen Chemie die Fortsetzung dieser Wandlung vor, und dieselben Wege der Abstraction führen in ihrem Verlauf zu dem hier eingenommenen Standpunkte. So wenig ich nun das Roth oder Grün als einem individuellen Körper angehörig betrachte, so wenig mache ich auf dem Standpunkt, den ich zur allgemeinen Orientirung hier einnehme, einen wesentlichen Unterschied zwischen meinen Empfindungen und den Empfindungen eines Andern. Dieselben Elemente hängen in vielen Verknüpfungspunkten, dem Ich, zusammen. Diese Verknüpfungspunkte sind aber nichts Beständiges. Sie entstehen, vergehen und modificiren sich fortwährend. Was aber augenblicklich nicht verknüpft ist, beeinflusst sich eben nicht merklich. Meine Auffassung wird nicht davon afficirt, ob es gelingen mag, oder nicht gelingen mag, durch eine Nervenverbindung fremde Empfindungen in mich hinüberzuleiten. Die bekanntesten Thatsachen sind für diese Auffassung eine genügende Basis.

5.

Vielleicht noch mehr als die Grundgedanken hat vielen Lesern der allgemeine Charakter meiner Weltauffassung widerstrebt, welchen sie, freilich irrthümlich, zu erkennen glaubten. Da muss ich nun zunächst sagen, dass derjenige gewiss von der richtigen Würdigung meiner Ansicht sehr weit entfernt ist,

welcher dieselbe trotz wiederholter Proteste von meiner und auch von anderer Seite mit der Berkeley'schen identificirt. Etwas liegt ja daran, dass meine Ansicht aus einer idealistischen Phase hervorgegangen ist, welche noch Spuren in den Ausdrücken zurückgelassen hat, die auch nicht ganz verwischt werden sollen. Denn der bezeichnete Weg zu meinem Standpunkt scheint mir der kürzeste und natürlichste. Hiermit hängt es auch zusammen, dass meine Leser mitunter die Scheu vor dem Panpsychismus ergreift. In dem verzweifelten Kampf einer einheitlichen Weltauffassung gegen das instinctive dualistische Vorurtheil verfällt mancher dem Panpsychismus. Ich hatte in früher Jugend solche Anwandlungen durchzumachen, und Avenarius laborirt noch in seiner Schrift von 1876 daran. In Bezug auf diese beiden Punkte empfinde ich es geradezu als ein Glück, dass Avenarius dieselbe Auffassung von dem Verhältniss des Physischen und Psychischen auf ganz realistischer (wenn man will, materialistischer) Grundlage entwickelt hat, so dass ich auf seine Ausführungen einfach verweisen kann.

6.

Nicht nur den Naturforschern, sondern auch den Fachphilosophen scheint meine Welt aus Elementen (Empfindungen) zu luftig. Dass ich die Materie als ein Gedankensymbol für einen relativ stabilen Complex sinnlicher Elemente betrachte, wird als eine geringschätzige Auffassung bezeichnet. Die Aussenwelt sei als eine Summe von Empfindungen nicht genügend erfasst, man müsse zu den wirklichen Empfindungen mindestens noch die Empfindungsmöglichkeiten Mill's einführen. Dagegen muss ich bemerken, dass auch für mich die Welt keine blosse Summe von Empfindungen ist. Vielmehr spreche ich ausdrücklich von Functionalbeziehungen der Elemente. Damit sind aber die Mill'schen „Möglichkeiten" nicht nur überflüssig geworden, sondern durch etwas weit Solideres, den mathematischen Functionsbegriff, ersetzt. Hätte ich geahnt, dass ein kurzer präciser Ausdruck so leicht übersehen wird, und dass eine breite

populäre Darstellung bessere Dienste thut, so würde mir eine Darstellung entsprochen haben, wie sie etwa H. Cornelius[1]) „über den Begriff der objectiven Existenz" in vorzüglicher Weise gibt. Allerdings würde ich auch hier den Ausdruck Möglichkeit vermieden und dafür den Functionsbegriff verwendet haben.

Von anderer Seite lässt man durchblicken, dass meine Position aus einer überwiegenden Sinnlichkeit und entsprechend geringem Verständniss für den Werth der Abstraction und des begrifflichen Denkens zu verstehen sei. Nun, ohne starke Sinnlichkeit kann der Naturforscher nicht viel verrichten. Dieselbe hindert ihn aber nicht, klare und scharfe Begriffe zu bilden. Im Gegentheil! Die Begriffe der heutigen Physik können sich an Präcision und Höhe der Abstraction mit jenen irgend einer andern Wissenschaft messen, bieten aber zugleich den Vortheil, dass man sie immer leicht uud sicher bis zu den sinnlichen Elementen, auf welche sie aufgebaut sind, zurückverfolgen kann. Für den Naturforscher ist die Kluft zwischen der anschaulichen Vorstellung und dem begrifflichen Denken nicht so gross und nicht unüberbrückbar. Nebenbei möchte ich bemerken, dass ich über die physikalischen Begriffe keineswegs geringschätzig denke, sondern seit fast vier Decennien mich vielfach und eingehender, als es zuvor geschehen ist, mit deren Kritik beschäftigt habe. Und da die Ergebnisse dieser Beschäftigung nach langem Widerstreben bei den Physikern allmälig Zustimmung finden, so möchte diese doch wenigstens keine leichtfertige sein. Wenn aber der Physiker, der von Haus aus gewöhnt war, zu jeder Definition ein Kilogewicht in die Hand gedrückt zu bekommen, sich allmälig mit Definitionen zufrieden gibt, die alle auf eine Functionalbeziehung sinnlicher Elemente hinauslaufen, so wird wohl auch der Philosoph nicht noch physikalischer sein wollen. Die betreffenden Einzelausführungen können aber natürlich nicht in dieser Skizze Platz finden, welche nur ein Programm für den Anschluss der exacten Wissenschaften aneinander sein will, sondern nur in den

1) Psychologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig 1897, S. 99 und insbesondere S. 110 u. 111.

physikalischen Schriften des Verfassers. Die Kenntniss dieser Schriften auch nur bei jedem Physiker, geschweige denn bei dem Fache Fernerstehenden vorauszusetzen, wäre ja höchst unbescheiden. Mit dieser Unkenntniss hängt es aber zusammen, dass man mir z. B. zumuthet, die „Spontaneität“ und „selbständige Gesetzlichkeit“, des Denkens gänzlich übersehen zu haben. Auch den blossen Empfindungen gegenüber verhalten wir uns ja nicht nur passiv, sondern dieselben lösen eine biologische Reaction aus, deren natürliche Fortsetzung eben die Anpassung der Gedanken an die Thatsachen ist. Würde letztere sofort vollkommen gelingen, so wäre hier der Process wohl zu Ende. Da aber verschiedene unvollkommen angepasste Gedanken miteinander in Widerstreit gerathen, so setzt sich der biologische Process fort. Es findet das statt, was ich die Anpassung der Gedanken aneinander genannt habe. Ich möchte nun wirklich wissen, welcher Process der wissenschaftlichen Entwicklung, die logische eingeschlossen, hierin nicht einbegriffen wäre? Man erlaube mir, diese Gegenreden, in welchen ich nur längst und oft Gesagtes wiederholen müsste, vorläufig hier abzubrechen.

7.

Manchen Lesern erscheint die Welt in meiner Auffassung als ein Chaos, ein unentwirrbares Gewebe von Elementen. Sie vermissen die leitenden einheitlichen Gesichtspunkte. Dies beruht aber auf einem Verkennen der Aufgabe meiner Schrift. Alle wertvollen Gesichtspunkte der Specialwissenschaften und der philosophischen Weltbetrachtung bleiben weiter verwendbar und werden auch von mir verwendet. Die scheinbar destructive Tendenz ist lediglich gegen überflüssige und deshalb irreführende Zuthaten zu unseren Begriffen gerichtet. So glaube ich gerade den Gegensatz des Psychischen und Physischen, des Subjectiven und Objectiven, richtig auf das Wesentliche zurückgeführt und zugleich von traditionellen abergläubischen Auffassungen gereinigt zu haben. Hierbei werden wissenschaftlich bewährte Gesichtspunkte nicht alterirt und für neue wird zugleich

Raum gewonnen. Ich will auch nicht das elegisch oder fromm jammernde ‚Ignorabimus' durch eine selbstgenügsame verstockte Abkehr von Wissenswerthem und Erkennbarem ersetzen. Denn im Verzichten auf die Beantwortung als sinnlos erkannter Fragen liegt durchaus keine Resignation, sondern der Masse des wirklich Erforschbaren gegenüber das einzig vernünftige Verhalten des Forschers. Kein Physiker wird heute, wenn er das Perpetuum mobile nicht mehr sucht, kein Mathematiker, wenn er um die Quadratur des Cirkels oder um die Lösungen der Gleichungen fünften Grades in algebraischer geschlossener Form sich nicht mehr bemüht, darin Resignation sehen wollen. So ist es auch in allgemeineren philosophischen Fragen. Die Probleme werden entweder gelöst oder als nichtig erkannt.

Wo steckt der Fehler oder die Einseitigkeit in Mach's philosophischen Ansichten? Ich finde diese Frage eines meiner Kritiker sehr milde. Denn ich bin überzeugt, dass meine Ausführungen in mehr als einer Richtung sehr mangelhaft sind. Dies kann auch bei radicaleren Umwandlungsprocessen der Ansichten kaum anders sein. Dieselben spielen sich auch in einem Kopfe nie vollständig ab. Ich kann darum diese Mängel auch nur fühlen aber nicht aufzeigen. Ich wäre ja sonst ein gutes Stück weiter. Aber auch aus den Schriften meiner Kritiker sind mir dieselben nicht klar geworden. Warten wir also noch ein wenig!

Daraus, dass meinen Ansichten Argumente entgegen gehalten werden, die in diesem Buche und in anderen meiner Schriften ausführlich erörtert sind, möchte ich keinem Menschen einen Vorwurf machen. Es muss ja eine wahre Qual sein, die Masse des Erscheinenden lesen und noch dazu in knapp zugemessener Zeit mit pflichtmässiger Ueberlegenheit beurtheilen zu müssen. Ich habe für diesen wichtigen Beruf nie Geschmack verspürt, und habe deshalb in 40 Jahren wohlgezählte 3 Recensionen geschrieben. Es sei also den Herren gegönnt, dass sie sich, wenn auch zum Theil auf meine Kosten, die Pein erleichtert haben. Man wird mir hoffentlich dafür auch nicht übelnehmen,

dass ich nicht auf jeden Ausfall, auf jeden vermeintlich gut angebrachten Sarkasmus reagire.

8.

Ob es mir jemals gelingen wird, den Philosophen meine Grundgedanken plausibel zu machen, muss ich dahingestellt sein lassen. Bei aller Hochachtung vor der riesigen Geistesarbeit der grossen Philosophen aller Zeiten ist mir dies zunächst auch weniger wichtig. Aufrichtig und lebhaft wünsche ich aber eine Verständigung mit den Naturforschern, und diese halte ich auch für erreichbar. Ich möchte denselben nur zu bedenken geben, dass meine Auffassung alle metaphysischen Fragen ausschaltet, gleichgiltig, ob sie nur als gegenwärtig nicht lösbar oder überhaupt und für immer als sinnlos angesehen werden. Ferner möchten dieselben erwägen, das alles, was wir von der Welt wissen können, sich nothwendig in den Sinnesempfindungen ausspricht, welche in genau angebbarer Weise von den individuellen Einflüssen der Beobachter befreit werden können (S. 269). Alles was wir zu wissen wünschen können, wird durch Lösung einer Aufgabe von mathematischer Form geboten, durch die Ermittlung der functionalen Abhängigkeit der sinnlichen Elemente von einander. Mit dieser Kenntniss ist die Kenntniss der „Wirklichkeit" erschöpft. Die Brücke zwischen der Physik im weitesten Sinne und der naturwissenschaftlichen Psychologie bilden eben dieselben Elemente, welche je nach dem untersuchten Zusammen hang physische oder psychische Objecte sind.

9.

Manche, wahrscheinlich viele Physiologen dürften an meiner Stellung in einer Detailfrage Anstoss genommen haben, über die ich noch einige Worte sagen möchte. Ich schätze Untersuchungen wie jene von S. Exner[1]) hoch, und glaube, dass viele

---

1) Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen, Wien 1894.

wichtige Fragen betreffend die psychischen Erscheinungen gelöst werden können durch blosse Erforschung der nervösen Verbindungen der Centralorgane[1]) und Beachtung der quantitativen Abstufungen[2]) der Erregungen. Exners Buch selbst gibt ja dafür einen Beleg. Die Hauptprobleme bleiben mir aber ungelöst zurück. Denn ich kann mir auf meinem Standpunkt nicht denken, wie die qualitative Mannigfaltigkeit der Empfindungen durch Variation der Verbindungen und blosse quantitative Verschiedenheiten zu Stande kommen sollte, und ich konnte dies schon vor fast 40 Jahren nicht. Fechner's Psychophysik, welche so bedeutend gewirkt hat, hat auch mich damals mächtig angeregt. Ich hielt, durch dieses Buch begeistert, über diesen Gegenstand recht mangelhafte Vorlesungen, welche noch dadurch an Werth verloren, dass ich den Fechner'schen Gedanken der Maessformel bald als einen Irrthum erkannte. Bei dieser Gelegenheit sagte ich, nachdem die Helmholtz'sche Telegraphendraht-Theorie der Empfindungen auseinandergesetzt war: „Sollten aber die elektrischen Vorgänge in den Nerven zu einfach sein, um für eine Erklärung (verschiedener Empfindungsqualitäten) auszureichen? Sollte es nothwendig sein, die Erklärung hinauszuschieben in noch unbekannte Gebiete? Wie denn, wenn wir nach Durchforschung des ganzen Hirnes überall nur elektrische Ströme finden? Meine unmaassgebliche Meinung ist diese: Die elektrischen Untersuchungen der Nerven sind gewiss sehr feiner Art, in gewisser Hinsicht sind sie aber auch wieder sehr grob. Ein elektrischer Strom von gegebener Intensität sagt uns nichts, als dass eine bestimmte Quantität lebendiger Kraft in der Zeiteinheit durch den Querschnitt des Stromes wandert. Welche Vorgänge und Molekularbewegungen es sind, die jene lebendige Kraft befördern, wissen wir nicht. Es können die verschiedensten Vorgänge derselben Stromintensität zu Grunde liegen"[3]). Diesen Gedanken bin ich

---

1) A. a. O. S. 4.

2) A. a. O. S. 3.

3) Vorlesungen über Psychophysik. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde, Wien 1863, S. 335, 336.

bis heute nicht los geworden und muss denselben im wesentlichen noch ebenso, etwa durch Hinweis auf denselben Strom in verschiedenen Elektrolyten, begründen [1]. Die Fortschritte der physiologischen Chemie [2], die Erfahrungen bei Transplantation [3] von verschiedenen Organen, scheinen mir heute noch entschiedener zu Gunsten desselben zu sprechen. Rollett [4] hat wichtige Fragen, welche zu Ausführungen dieser Schrift in naher Beziehung stehen, auf Grund eigener und fremder Arbeiten, in sehr belehrender Weise in ihrem Zusammenhang erörtert.

1) S. d. Vorwort zur englischen Ausgabe des vorliegenden Buches, Chicago 1897, S. V, VI.

2) Huppert, Ueber die Erhaltung der Arteigenschaften, Prag 1896.

3) Ribbert, über Transplantation von Ovarium, Hoden und Mamma. Arch. f. Entwicklungsmechanik, 1898, Bd. 7.

4) Entwicklungslehre und specifische Energie. (Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark, 1902, Nr. 8.)



Sachregister*).

*) Ein n bei der Seitenzahl weist auf die Fussnoten.



Namenregister*).

*) Ein n bei der Seitenzahl weist auf die Fussnoten.

Ant. Kämpfe, Buchdruckerei, Jena.


SEMPER
BONIS
ARTIBVS


SEMPER
BONIS
ARTIBVS